



Relatório de Atividades

Processo 2017/23362-6

BCO - Treinamento Técnico / Fluxo Contínuo

Beneficiário: Bruno Zanetti Ribeiro

Responsável: Dr. Luiz Augusto Toledo Machado

Período da Bolsa TT-4A: 1 dezembro 2017 à 30 de novembro de 2018

Período do Relatório: 1 de dezembro de 2017 à 12 de setembro de 2018

INTRODUÇÃO:

Este relatório descreve as atividades com que o bolsista esteve envolvido nos últimos meses no âmbito do Projeto SOS-CHUVA. Também são descritas as atividades em desenvolvimento para a participação do SOS-CHUVA no experimento internacional RELAMPAGO, que tem o objetivo de pesquisar tempestades severas na Bacia do Prata através de uma rede de sensores de diversos países e com colaboração internacional. A participação nesse projeto de pesquisa internacional e as atividades em desenvolvimento pelo bolsista são os motivos para o pedido de extensão da vigência da bolsa. O relatório está sendo enviado com antecedência para que seja possível o requerimento de extensão da vigência do processo.

ATIVIDADES EM EXECUÇÃO PELO BOLSISTA:

- 1) Manutenção do banco de dados do projeto SOS-CHUVA

Os dados coletados nos anos de pesquisa do projeto SOS-CHUVA são armazenados em tempo real em uma área de FTP do INPE. A atividade consiste em verificar diariamente a presença dos dados no banco, com a utilização de planilhas de controle dos dados e de planejamento de coletas nas cidades onde há instrumentos. Juntamente com a verificação, é feito um controle de qualidade preliminar dos dados. No caso de dados que não são atualizados no banco de dados ou que apresentam erros, o responsável pela atualização do dado é notificado e pode corrigir o ocorrido. Também foi realizado um trabalho de adequação aos dados a um padrão único para cada tipo de instrumento, o que facilita a leitura dos dados. As requisições de pesquisadores e participantes do projeto por dados do banco são atendidas com o envio dos dados requisitados ou informação sobre como acessar o FTP onde estão os dados.

2) Manutenção e atualização do blog do SOS-Chuva com registros dos casos de tempo severo durante a campanha

Os casos de tempestades severas ocorridas na área do SOS-CHUVA são catalogados no blog do SOS-CHUVA (<https://topicssoschuva.blogspot.com/>), o qual é atualizado diariamente quando há alguma tempestade severa recente. Para cada caso de tempestade severa, são coletadas informações sobre o horário exato da ocorrência e o local através da mídia ou relatos de colaboradores. Caso não exista a informação sobre o horário e local exatos, é feita uma estimativa utilizando os radares na área do SOS-CHUVA. Essas informações são fundamentais para futuros estudos de caso, pois permite que as observações (radar, satélite e instrumentos em superfície) sejam associadas a uma ocorrência real de tempo severo.

O caso de tempestade severa é então analisado do ponto de vista meteorológico, como em um estudo de caso. Esse estudo preliminar tem o objetivo de facilitar a escolha dos casos por um participante/pesquisador do projeto que queira estudar um determinado tipo de caso (por exemplo, um caso em que tenha ocorrido granizo). No estudo de cada caso, as análises dos modelos numéricos (globais e regionais utilizados no SOS-Chuva) são utilizadas para avaliar o ambiente em que a tempestade severa se formou. Também são utilizados dados observacionais, como de sondagens, estações de superfície e dados de instrumentos do SOS-CHUVA. Por fim, as observações da tempestade por radar (refletividade, velocidade radial, quantidade de água e gelo na nuvem, etc.) e satélite são analisadas. A análise das condições pré-convectivas e dos dados de sensoriamento remoto também facilitam a escolha dos casos para estudos futuros, pois permite que o pesquisador escolha, por exemplo, entre casos de tempestades com rotação e/ou grande quantidade de gelo na média troposfera.

Em paralelo ao blog, um documento mais detalhado com os casos de tempestades severas e os dados que estavam disponíveis no momento é atualizado constantemente. Esse documento mostra os instrumentos com dados que podem auxiliar no estudo do caso, como radares que captaram a

tempestade severa ou pluviômetros sobre os quais a tempestade passou. Com base no tipo de tempestade e na existência de uma boa cobertura dos instrumentos no momento da ocorrência da tempestade, os casos são divididos em *Golden Cases* (casos de tempestades severas e com ampla disponibilidade de dados) e *Silver Cases* (casos de tempestades severas com dados disponíveis mas também com alguns dados faltantes). O objetivo é que o usuário já tenha a informação da disponibilidade de dados antes de escolher os casos, dando preferência para os *Golden Cases*.

O blog e o documento foram amplamente utilizados por pesquisadores do Brasil e do exterior, e são a primeira fonte procurada por quem pretende pesquisar os casos de tempestades severas do SOS-CHUVA.

3) Desenvolvimento de produtos para *nowcasting*

O bolsista participou da implementação e desenvolvimento de produtos de previsão pré-convectiva para a página de *nowcasting* do CPTEC (<http://nowcasting.cptec.inpe.br/>). Esse é um dos produtos do Projeto SOS-CHUVA, que criou uma ferramenta de previsão imediata para ser utilizada por centros regionais de meteorologia. Em particular, foram desenvolvidas e implementadas ferramentas que utilizam produtos derivados de saídas de modelos numéricos (modelo global GFS, do NCEP, e modelo WRF, rodado operacionalmente no CPTEC a partir de 2018) e sondagens para calcular índices de instabilidade e campos dinâmicos e termodinâmicos de algumas variáveis. Entre as variáveis desenvolvidas/implementadas estão a Helicidade Relativa à Tempestade, Parâmetro Composto de Supercélula, Parâmetro de Tornado Significativo e Parâmetro Composto de Derecho.

Também foram realizadas melhorias na visualização da página de *nowcasting* (modificação das escalas de cores de variáveis de radar, satélite e modelos) e verificação da correta atualização dos produtos. Algumas soluções para a rápida atualização das imagens de satélite do GOES-16 em alta resolução estão em desenvolvimento.

Outra ferramenta em desenvolvimento e com a colaboração do bolsista é ferramenta de desenho, que permite delimitar áreas de risco ou alertas de tempestades e compartilhar mensagens entre os usuários da plataforma de *nowcasting*. Essa ferramenta tem o objetivo de facilitar a comunicação entre os centros regionais de meteorologia, pois os meteorologistas de um determinado centro podem ter acesso aos alertas e avisos emitidos por outro centro e às discussões técnicas, facilitando a tomada de decisão. A ferramenta será testada operacionalmente no experimento RELAMPAGO que ocorrerá no final desse ano.

4) Organização e ministração de treinamentos de *nowcasting*

O CPTEC vem realizando, nos últimos anos, treinamentos específicos de *nowcasting* de 2 dias com o objetivo de treinar meteorologistas operacionais e membros de Defesas Civas a utilizarem as ferramentas de *nowcasting* regionalmente. Os treinamentos compreendem apresentação de palestras sobre o tema (1º dia) e realização de aulas práticas (2º dia).

As palestras são divididas nas fases do *nowcasting*: pré-convectiva, em que são mostradas as metodologias para previsão probabilística de tempestades, bem como a utilização de sondagens, satélites e modelos para gerar índices e parâmetros para previsão de tempestades; iniciação convectiva, em que são mostradas técnicas de identificação de iniciação convectiva e como estimar a taxa de intensificação das tempestades no seu estágio inicial; fase madura, que compreende a utilização de sensoriamento remoto (principalmente radar) para identificar “assinaturas” de severidade nas tempestades; e previsão dos sistemas convectivos, em que se utilizam técnicas para estimar a velocidade de propagação dos sistemas e o tempo que levarão para atingir uma determinada localidade. Palestras sobre os princípios de funcionamento e utilização de satélites e radares meteorológicos também são ministradas.

Na etapa de treinamento, é simulado um ambiente operacional com casos ocorridos no passado, e os participantes trabalham em grupos. Os participantes têm então que fazer a previsão pré-

convectiva para o dia, e depois monitorar as tempestades que se formam, emitindo alertas para tempestades maduras e identificando as áreas com propensão para iniciação convectiva. No final do treinamento prático, os grupos têm que apresentar seus casos para os demais e justificar suas previsões/alertas, o que cria uma produtiva discussão entre os participantes.

O bolsista participou ativamente da organização de treinamentos (definição do cronograma, assuntos das palestras) e ministrou palestras sobre previsão pré-convectiva, iniciação convectiva e satélites meteorológicos, além de auxiliar na realização da aula prática do treinamento.

5) Estudo sobre impacto da assimilação de dados de radar nos modelos de nowcasting

O bolsista participa de um estudo sobre a melhoria da previsão numérica de curtíssimo prazo com a aplicação de assimilação de dados de radar. Cinco casos de tempestades severas ocorridos durante o SOS-CHUVA são utilizados para realizar rodadas com o modelo WRF (1 km de resolução horizontal) com e sem assimilação de dados e com e sem ciclo de assimilação, além da utilização de quatro parametrizações de microfísica diferentes (Thompson, Morrison, WSM6 e WDM6). O objetivo é avaliar qual o melhor método de assimilação e esquema de microfísica para utilizar em previsões de curtíssimo prazo com convecção explícita no modelo. O bolsista participa na preparação dos dados de radar do SOS-CHUVA (dois radares banda S operacionais e o banda X do Projeto), utilizados na assimilação; preparação dos dados do modelo GFS que são utilizados como condição de contorno do WRF; avaliação das rodadas do modelo WRF e comparação com os dados de radar através de índices estatísticos; investigações específicas sobre o motivo das diferenças entre os métodos de assimilação.

Esse projeto de pesquisa pretende provar que a utilização de modelos de alta resolução (1-2 km) regionalmente, com assimilação de dados de radar, é uma ferramenta operacional importante no nowcasting. Como é necessária a comparação das saídas do modelo com o radar, está sendo testado o melhor método de fazer um mosaico de diversos radares em uma região com boa cobertura, o que

também tem utilidade operacional em diversos locais do Brasil. Um artigo em revista científica internacional está sendo escrito a partir desse estudo.

6) Estudo sobre utilização do GOES-16 de 1 em 1 minuto em *nowcasting*

O segundo estudo com participação do bolsista trata de um estudo de caso de tempestades severas que ocorreram em Minas Gerais e causaram ampla destruição devido à queda de granizo (mais de 5 cm de diâmetro). Esse estudo de caso se beneficia da ocorrência de varreduras do satélite GOES-16 com imagens a cada 1 minuto (*rapidscan*) realizadas exclusivamente para o período intensivo de campanha (IOP, *intense observing period*) do SOS-CHUVA (27 a 31/11/2017), juntamente com dados de um radar de dupla polarização localizado em MG e dados de descargas atmosféricas da rede BrasilDAT.

O objetivo do estudo é analisar as características microfísicas das tempestades com satélite combinado com radar e descargas atmosféricas e avaliar qual o ganho da utilização de dados de satélite de 1 em 1 minuto para a previsão imediata de tempestades severas no Brasil. O bolsista participa da análise do ambiente pré-convectivo, análise dos dados de satélite e radar, organização e escrita do artigo.

Além do caráter científico, esse estudo permite definir as melhores estratégias de utilização dos dados do satélite GOES-16, que serão amplamente utilizados no Brasil nos próximos anos. Os estudos de caso permitem concluir qual a melhor maneira de visualizar os dados de 1 em 1 minuto, quanto tempo leva para que dados cheguem ao meteorologista operacional, e como a informação pode ser otimizada para facilitar a análise. Esse estudo também será submetido para revista científica internacional em breve.

PARTICIPAÇÃO NO PROJETO RELAMPAGO

Além das atividades citadas acima, o bolsista está envolvido com o projeto RELAMPAGO (<https://sites.google.com/illinois.edu/relampago/home>), cujo período de IOP é de 01/11 a 15/12/2018. Esse projeto tem o objetivo de estudar algumas das tempestades mais severas no mundo que ocorrem na Bacia do Prata. Diversos instrumentos trazidos por pesquisadores dos EUA, como radares móveis polarimétricos de alta resolução espacial, estações de superfície e detectores de raios, serão reunidos em uma área juntamente com instrumentos brasileiros e argentinos para obter medições de alta qualidade e frequência temporal de tempestades severas na região. Um dos sítios de pesquisa será localizado em São Borja-RS, onde o radar banda X polarimétrico do projeto SOS-CHUVA será instalado, além de diversos instrumentos de medição.

Atividades no projeto RELAMPAGO:

1) Organização dos *hailpads* (placas de isopor utilizadas para estimar o tamanho do granizo) do SOS-CHUVA que serão utilizados no RELAMPAGO. Os *hailpads* serão distribuídos nos sítios ao redor de Córdoba, Argentina, e São Borja-RS. Todos os materiais utilizados no SOS-CHUVA para os *hailpads* (manual de instalação, preenchimento de tabelas e etiquetas) foram traduzidos para inglês e espanhol e adaptados para a utilização no RELAMPAGO. Esses manuais serão utilizados por pesquisadores e voluntários durante o experimento;

2) Desenvolvimento do manual de operações para o projeto RELAMPAGO, campanha de São Borja. Esse documento descreve todos os procedimentos operacionais que devem ser cumpridos pelos participantes do RELAMPAGO em São Borja para que os objetivos científicos e de desenvolvimento sejam atingidos. Na campanha do RELAMPAGO em São Borja, será simulado um ambiente operacional em que os participantes terão que tomar decisões sobre emissão de avisos e

alertas com base nas ferramentas de *nowcasting*. Portanto, a padronização dessas atividades através de um manual de operações é fundamental. O manual descreve o passo-a-passo do processo de *nowcasting*, desde a previsão pré-convectiva pela manhã até o monitoramento das tempestades à tarde e noite. Também estão detalhados os tipos de varreduras utilizados pelo radar banda-X em cada tipo de situação levando em consideração os objetivos da campanha.

3) Desenvolvimento de produtos operacionais derivados de modelos numéricos (como WRF 5 km do CPTEC e o GFS) para utilização na previsão de atividade convectiva durante a campanha. Esses produtos estão sendo gerados operacionalmente em um servidor do CPTEC, e serão disponibilizados aos participantes do RELAMPAGO no Brasil e Argentina. Os produtos consistem em uma série de figuras de diversas variáveis meteorológicas, índices de instabilidade e parâmetros comumente utilizados na previsão de tempestades. Como os produtos foram desenvolvidos especialmente para o RELAMPAGO, é possível personalizar as figuras colocando pontos de referência como cidades e estradas, localização dos radares e sistemas de observação, etc., o que otimiza e melhora o processo de previsão pré-convectiva durante o experimento;

4) Participação na previsão de tempestades para escolha da área onde serão realizados os *rapidscans* (imagens a cada 1 minuto) especiais do GOES-16 para o RELAMPAGO. Um grupo de meteorologistas dos EUA, Argentina e Brasil estará em contato para fazer uma previsão por consenso e decidir qual área deve ser monitorada com alta resolução do satélite. Os *rapidscans* serão uma oportunidade ímpar para testar ferramentas de *nowcasting* com alta frequência temporal de dados de satélite e entender melhor a atividade convectiva na América do Sul;

5) Participação de parte da campanha em Córdoba, Argentina, onde trabalhará com pesquisadores dos EUA e da Argentina na distribuição de *hailpads* no caminho das tempestades severas para analisar a distribuição do granizo e comparar com dados polarimétricos das tempestades.

Essa atividade será uma importante contribuição para o projeto SOS-CHUVA em si, pois serão comparados dois métodos de disponibilização dos *hailpads*: um com *hailpads* móveis colocados à frente de tempestades e outro com *hailpads* fixados em uma determinada região durante todo o experimento. Os resultados dessas atividades podem auxiliar no planejamento de futuras campanhas científicas no Brasil e no planejamento de uma possível rede operacional de *hailpads*. Além do trabalho com os *hailpads*, o bolsista participará da rotina diária e planejamento das atividades de operação e pesquisa;

6) Participação de parte da campanha em São Borja, onde será responsável pela previsão convectiva diária, *nowcasting* e realização dos *daily reports*, os registros do que ocorreu no experimento em cada dia. O experimento em São Borja também tem estreita relação com o SOS-CHUVA, pois o procedimento operacional será similar, com um radar banda-X fixo e as observações no seu entorno. Isso permitirá uma comparação dos dois experimentos no que diz respeito aos procedimentos operacionais e aos dados coletados.

JUSTIFICATIVA PARA O PERÍODO DE EXTENSÃO:

O projeto do qual o bolsista está participando prevê fim do contrato em 30/11/2018 (1 ano de duração). Como o bolsista está participando de diversas atividades complementares de desenvolvimento na área de tempestades severas e *nowcasting*, a prorrogação da vigência do contrato é necessária para a conclusão dessas tarefas e da organização da base de dados deste experimento. O experimento relâmpago irá coletar uma grande quantidade de dados que precisam ser pré-processadas, avaliadas e disponibilizadas em um banco de dados. Esta tarefa é fundamental para o sucesso do projeto. Além disso, o bolsista está envolvido em 2 artigos científicos que serão submetidos a revistas internacionais nos próximos meses. Portanto, a permanência neste período final de análise e revisão é importante para a continuidade destes estudos dentro do cronograma. Algumas das ferramentas de *nowcasting* que o bolsista trabalhou no desenvolvimento e aprimoramento, principalmente na parte de previsão pré-convectiva, estão em processo de implementação e testes. A operacionalização dessas ferramentas deve ser efetuada nos próximos meses também. Logo, a participação nessas etapas é importante. Além disso, o projeto RELAMPAGO ocorrerá entre 01/11 e 15/12/2018, o que significa que o período de vigência do contrato de bolsa terá fim no meio do experimento. Desta forma, com base nas justificativas apresentadas acima e atividades realizadas até o momento, o bolsista e o coordenador do projeto submetem o **pedido de prorrogação do contrato de bolsa por 6 meses, com término previsto em 31/05/2019.**