

**Operação das informações meteorológicas de
curtíssimo prazo – nowcasting – aplicada a redução de
danos causados por desastres no estado do Ceará.**

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

Fortaleza - CE
2023

SUMÁRIO

1	IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA	4
2	QUALIFICAÇÃO DO PRINCIPAL PROBLEMA A SER ABORDADO	4
3	OBJETIVOS E METAS A SEREM ALCANÇADAS, DEMONSTRANDO O CARÁTER INTERDISCIPLINAR DA PROPOSTA	5
3.1	Objetivos	5
3.2	Metas	5
3.3	Indicadores	5
4	RELEVÂNCIA DO PROJETO E SEU POTENCIAL DE ATINGIMENTO DOS OBJETIVOS PREVISTOS NA CHAMADA E LINHA DE PESQUISA ESCOLHIDA	6
5	METODOLOGIA	6
5.1	Monitoramento da condição pré-convectiva	7
5.2	Iniciação convectiva	8
5.3	Sistemas convectivos maduros	9
5.4	Propagação e rastreamento dos sistemas	10
5.5	Mapeamento de risco	10
5.6	Sistema de avisos	11
6	ETAPAS DE EXECUÇÃO DA PROPOSTA COM CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	11
7	DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS POR CADA UMA DAS INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES DO PROJETO	12
8	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS OU DE INOVAÇÃO, PRODUTOS(MÉTODOS, MODELOS, FERRAMENTAS, TÉCNICAS, TECNILOGIAS, INSUMOS, SERVIÇOS) E SOLUÇÕES ESPERADOS DA PROPOSTA	13
9	RESULTADOS, PRODUTOS E SOLUÇÕES ESPERADOS, COM PREVISÃO DE CRONOGRAMA DE ENTREGA ANUAL	13
10	PLANO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DO PROJETO	13
11	PERSPECTIVAS CONCRETAS DE FUTURAS COLABORAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS	13
12	DISPONIBILIDADE EFETIVA DE INFRAESTRUTURA E DE APOIO TÉCNICO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	14
13	RECURSOS FINANCEIROS DE OUTRAS FONTES APROVADOS PARA APLICAÇÃO NO PROJETO	14

14	RESULTADO DA BUSCA EM BASES DE PROPRIEDADE INTELECTUAL RELACIONADA AO TEMA DO PROJETO .	14
	REFERÊNCIAS	15

1 IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA

Título do Projeto:	Operação das informações meteorológicas de curtíssimo prazo – nowcasting – aplicada a redução de danos causados por desastres no estado do Ceará.
Coordenador do Projeto:	Evandro Moimaz Anselmo
Instituição Executora:	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme)
Instituições Parceira(as):	UFRN, UNIFEI
Linhas Pesquisa:	<input checked="" type="checkbox"/> Linha 1: Previsão de Curto Prazo e eventos hidrológicos
	<input type="checkbox"/> Linha 2: Previsão de Curto Prazo e eventos geodinâmicos

2 QUALIFICAÇÃO DO PRINCIPAL PROBLEMA A SER ABORDADO

No estado do Ceará, os fenômenos meteorológicos que causam o maior número de solicitações de recursos federais para reduzir danos devido a desastres naturais, como mostra o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), são, em primeiro lugar, às secas, e, em segundo lugar, os eventos de chuvas intensas.

É evidente que, com o aumento da temperatura média global em aproximadamente 1,4^o C a partir do período industrial (LEE et al., 2024), está ocorrendo um aumento da frequência de ocorrência de eventos hidrológicos extremos (chuvas intensas) em todo o País e no Estado do Ceará, não é diferente. Ao longo da quadra chuvosa de 2023, período entre os meses de fevereiro e maio, a sociedade cearense sofreu com eventos de precipitação atmosférica intensa que culminaram nos seguintes números: 5 pessoas mortas e milhares entre desalojados e desabrigados. Complementarmente, apesar do Ceará não possuir um banco de dados sobre a ocorrência de granizos, é possível apontar uma maior frequência de ocorrência de granizo nos últimos anos (NORDESTE, 2014).

Portanto, apesar da previsão climática associada a previsão dos eventos climáticos de seca estar no centro das ações de redução de prejuízos por desastres no Ceará, a Funceme vem sendo cada vez mais cobrada pela sociedade, para dar uma resposta no sentido de redução de danos diante aos eventos de precipitação extrema. Apesar da seca liderar os prejuízos financeiros relacionados a desastres naturais, os eventos de precipitação extrema, deixam milhares de pessoas desabrigadas e mata pessoas imediatamente, pois os danos deste tipo de desastre são concentrados em uma pequena área e em poucas horas, gerando grande impacto socioeconômico local e abruptamente.

A redução de prejuízos concentrados em determinadas cidades e a redução do número de mortes de pessoas causadas por desastres no Estado do Ceará depende de um sistema

operacional de Nowcasting baseado em produtos integrados a partir de observações meteorológicas em tempo real.

Neste projeto de pesquisa, estabelece-se uma metodologia operacional de Nowcasting, buscando a previsão de curtíssimo prazo de eventos de precipitação atmosférica extrema, em que o trabalho de pesquisa, estará atrelado com a operação meteorológica corrente na Funceme. Os novos produtos de previsão de curtíssimo prazo serão propostos e avaliados gradativamente por equipe de meteorologistas operacionais da Funceme.

3 OBJETIVOS E METAS A SEREM ALCANÇADAS, DEMONSTRANDO O CARÁTER INTERDISCIPLINAR DA PROPOSTA

3.1 OBJETIVOS

Definir um protocolo de operação das informações meteorológicas, para previsão de curto prazo de eventos extremos hidrológicos, a partir de metodologias de nowcasting contextualizadas para o Estado do Ceará, considerando a experiência da meteorologia operacional da Funceme.

3.2 METAS

- Aprimorar as rotinas de modelagem numérica visando aumentar a assertibilidade da previsão numérica das áreas de risco de convecção intensa, com 6 horas de antecedência.
- Definir valores limiares para classificação de extremos hidrológicos no Ceará a partir dos seguintes parâmetros: taxa de crescimento da área de clusters de nuvem, taxa de raios (glm flashes) por passo de tempo do ciclo de vida, acumulados de chuva e taxas de precipitação instantâneas por radar.
- Emitir avisos meteorológicos de curtíssimo prazo, que precedem condições de eventos hidrológicos extremos.

3.3 INDICADORES

- Mapa de erro de chuva, a partir da área geográfica de chuva estimada por modelo e área geográfica de chuva aferida pelo radar RMT0100DS. No decorrer da pesquisa, espera-se reduzir os desvios deste mapa progressivamente.
- Avaliar sistematicamente os registros de prejuízos e solicitação de recursos ao Governo Federal no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) da Defesa Civil, referente às cidades do Estado do Ceará, os quais os desastres estejam associados às “chuvas intensas”. Verificar se para cada desastre de chuvas intensas no S2iD, no

decorrer desta pesquisa, houve a formulação de um aviso meteorológico pelo sistema de previsão de curtíssimo prazo, quantificando a assertibilidade dos avisos.

4 RELEVÂNCIA DO PROJETO E SEU POTENCIAL DE ATINGIMENTO DOS OBJETIVOS PREVISTOS NA CHAMADA E LINHA DE PESQUISA ESCOLHIDA

Atualmente a Funceme possui equipe de operação meteorológica que faz a previsão do tempo todos os dias às 8h e atualização da previsão às 17h, para os próximos 3 dias, no Estado do Ceará, inclusive com sistema de emissão de avisos meteorológicos que tem validade de 12–24 horas. No entanto, a Funceme vem avaliando uma forma de atualizar os avisos meteorológicos com maior frequência e está em fase de implementação de um regime de trabalho para a operação em meteorologia de 24/24h.

A aprovação deste projeto de pesquisa deverá enriquecer a operação meteorológica 24/24h da Funceme, munindo os meteorologistas de produtos integrados, que envolvem especialmente as imagens do satélite GOES-16 e do radar RMT0100DS de Quixeramobim da Funceme, em tempo real, o que dará subsídio para a tomada de decisão a respeito da mudança de um aviso meteorológico devido a mudanças da condição atmosférica, bem como aprimorar o sistema de emissão de avisos ou definir novas categorias.

O desenvolvimento dos produtos de Nowcasting desta pesquisa contará com a participação de pesquisadores da Funceme e de diferentes instituições. Espera-se que os produtos sejam utilizados diretamente na sala de situação da Funceme, auxiliando a equipe de meteorologistas operacionais efetivamente e promovendo um debate institucional sobre o aprimoramento de um sistema de aviso mais assertivo, mais específico, até os avisos de curtíssimo prazo que precedem os extremos hidrológicos.

5 METODOLOGIA

Consiste na avaliação das condições pré-convectivas atmosféricas, a partir do momento presente para as próximas 6 – 12 horas, identificação imediata da gênese de células convectivas, individualização de cada sistema convectivo, rastreamento dos sistemas convectivos, classificação de intensidade convectiva no decorrer do ciclo de vida de cada sistema, classificação de eventos hidrológicos extremos, definição de um mapa do grau de risco a desastres, definição de critérios para avisos combinando as condições meteorológicas com o mapa de grau de risco a desastres, e sistema web GIS de comunicação de avisos meteorológicos.

5.1 MONITORAMENTO DA CONDIÇÃO PRÉ-CONVECTIVA

O protocolo pré-convectivo vai ser constituído pela utilização dos produtos provenientes de modelagem numérica, denominada de Previsão Numérica de Tempo (PNT), que usará as saídas a cada 6 horas do Global Forecasting System (GFS). Além disso, a proposta é inserir um sistema de Previsão Numérica Imediata (PNI) utilizando o modelo Weather Research and Forecasting (WRF) em alta resolução espacial na Funceme. Nessa fase o principal objetivo é identificar as regiões do Ceará com alta probabilidade de ocorrência de tempo severo, com antecedência mínima de 6 horas. Imagens provenientes de satélites geostacionários (GOES-16 e MSG), bem como produtos derivados, são úteis como informação complementar. Os produtos que devem ser utilizados na fase pré-convectiva serão descritos na Tabela 1. O uso da previsão numérica é de suma importância, para um sistema de nowcasting, tendo em vista a capacidade de prever com maior antecedência regiões propícias a ocorrência de eventos de precipitação extrema, bem como de condições de tempo severo. O monitoramento pré-convectivo será feito usando três principais estratégias operacionais:

- Estratégia de Previsão Numérica do Tempo (Análise Sinótica): utilizando as saídas a cada 6 horas do GFS, gerando campos sinóticos com o objetivo de identificar os sistemas meteorológicos, mapas de evolução dos índices de instabilidade atmosférica, campos de taxas de precipitação, acumulados de chuva diários e horários.
- Estratégia de Previsão Numérica Imediata: Saídas do GFS (análise e previsão) são disponibilizadas em uma resolução espacial de 25 km, sendo mais recomendada para a análise das condições meteorológicas na escala sinótica. Portanto, o protocolo vai gerar diariamente um downscaling dinâmico utilizando o WRF com aplicação do nested de 3:1, ou seja, vai ser gerado uma grade horizontal (d01) com 9 km de resolução horizontal, usando como condição de contorno as análises do GFS. Por sua vez, o d01 vai servir como condição de contorno para o domínio 2 (d02) com 3 km. Todos vão ser integrados a cada 6 horas (00Z, 06Z e 18Z) com uma previsão de 72 horas. A terceira grade com 1 km de resolução espacial (d03) vai ser centrada sobre a cidade de Fortaleza. Este domínio será executado para uma previsão de 24 horas, com objetivo de refinar a distribuição da precipitação e eventos severos na capital cearense.
- Estratégia de Monitoramento Real-Time e comunicação aos tomadores de decisão: O monitoramento em tempo quase-real das condições de estabilidade atmosférica será conduzido a partir de produtos satelitais ofertados pelo GOES-16 e MSG. Algumas variáveis de interesse são: o IWV (vapor de água integrado), índices de estabilidade CAPE e CINE, combinações multi-espectrais (exemplo, sandwich), além das imagens tradicionais e realces oriundas dos canais visível, vapor de água e infravermelho.

Uma vez identificadas áreas com condições potenciais para chuva intensa ou eventos meteorológicos extremos, serão emitidos comunicados às defesas civis municipais e estadual através de canais diretos. O monitoramento real-time em conjunto com atualizações das previsões numéricas ajudará os atores a verificar se a condição anteriormente prevista, realmente está se concretizando.

Tabela 1 – Lista de Índices de instabilidade atmosférica que são indicadores pré-convectivos de tempo severo.

Produto	Nome	Fonte
CAPE	Energia Potencial Disponível para Convecção	Modelo e Satélite
CINE	Energia de Inibição Convectiva	Modelo e Satélite
NR	Número de Richardson	Modelo
GDI	Índice Galvez - Davison	Modelo
SW	Cisalhamento do Vento	Modelo
EHI	Energy Helicity Index	Modelo
IWV	Vapor de Água Integrada	Satélite e Modelo
CDW – WV, IR e VIS	Cloud Drift Winds (CDW) - WV, IR e VIS	Satélite
Índice Combinado	Campos combinados dos índices de instabilidade contido nessa tabela	Modelo
$D(\theta_e)/dz$	Lapse Rate da Temperatura Potencial Equivalente	Modelo

5.2 INICIAÇÃO CONVECTIVA

A categorização da gênese dos sistemas convectivos dar-se-á a partir de dois métodos de sensoriamento remoto meteorológico: observações por satélite geostacionário do topo das nuvens e observações da precipitação por radar meteorológico.

A Funceme recebe operacionalmente imagens de dois satélites geostacionários: MSG e o GOES-16. O sensor SEVIRI/MSG fornece imagens em 12 canais espectrais a cada 15 min, enquanto o ABI/GOES-16 fornece imagens em 16 canais espectrais a cada 10 min. O amplo conjunto de imagens e a baixa latência na recepção dos dados permite o desenvolvimento de produtos com enfoque regional para a identificação de sistemas convectivos em sua fase inicial.

A partir do imageamento ABI canal 13 ($10,3 \mu\text{m}$), técnicas de clusterização serão aplicadas para identificar áreas em que a temperatura de brilho (T_b) é menor do que 235 K e com área maior ou igual a 1250 km^2 , definindo-se os clusters de nuvem. Tendo a Funceme o radar banda S RMT0100DS, instalado na Serra de Santa Maria em Quixeramobim-CE,

que promove atualmente um CAPPI de 3 km a cada 5 minutos, a partir de suas varreduras PPI-VOL, que consiste em 6 PPIs nas elevações $-0,4^\circ$, 0° , $0,55^\circ$, $1,2^\circ$, 2° e 3° , define-se como cluster de chuva, as áreas geográficas com valor do fator de refletividade (CAPPI de 3 km) do radar maior ou igual a 20 dBZ e com área maior ou igual a 5 km^2 .

Adicionalmente, produtos auxiliares de satélites serão utilizados com intuito de identificar sinais precursores do início da convecção antes da identificação do primeiro cluster de nuvem ou cluster de chuva, como ocorrência de GLM flashes, animações de imagens VIS e IR e seus realces buscando visualizar overshooting.

5.3 SISTEMAS CONVECTIVOS MADUROS

A partir da fase de iniciação convectiva, as células convectivas, começam a atingir um tamanho em área mínimo para rastreamento por meio de técnicas de imagens sucessivas (VILA et al., 2008; MATHON; LAURENT, 2001; WILLIAMS; JR, 1987; ASPLIDEN; TOURRE; SABINE, 1976; PAYNE; MCGARRY, 1977; MARTIN; SCHREINER, 1981). O rastreamento dos sistemas convectivos inicia-se a partir da identificação de uma célula convectiva em pelo menos duas imagens sucessivas. Nesta pesquisa, o rastreamento dos sistemas convectivos será realizado a partir de duas fontes de observações: a partir do topo das nuvens (clusters de nuvens) com imagens das varreduras do GOES-16/ABI canal 13 ($10,3 \mu\text{m}$) e da chuva na superfície observada pelo radar RMT0100DS da Funceme. Inicialmente os valores de área mínima dos sistemas serão de 1250 km^2 para os clusters de nuvem e 5 km^2 para os clusters de chuva, no entanto esta área mínima deverá ser reavaliada no decorrer desta pesquisa, a depender das resoluções espaciais e temporais das amostragens feitas pelo GOES-16 e as receitas do radar RMT0100DS.

O rastreamento dos clusters de nuvem terá um enfoque mais qualitativo na formulação de avisos de redução de danos diante de desastres. Neste tipo de rastreamento estaremos mais interessados em duas características:

- Nos primeiros passos de tempo do ciclo de vida do sistema, pois a taxa de expansão da área de topo de nuvem, nos estágios iniciais do ciclo de vida dos sistema, está fortemente relacionada com a tempo de vida que o sistema irá ter, pois a taxa de expansão da área do topo da nuvem representa a divergência em altos níveis e consequentemente, está associada com a convergência na superfície (MACHADO et al., 1998; LAURENT et al., 2002).
- Na evolução temporal da taxa de flashes do Geostationary Lightning Mapper (GLM) a bordo do GOES-16 ao longo do ciclo de vida do sistema. Portanto neste rastreamento de clusters de nuvem, deverá ser adicionado a contagem dos GLM flashes dentro da área de cada cluster, além dos demais parâmetros morfológicos como a taxa de expansão da área, centro geométrico, área, deslocamento e velocidade. Aumentos abruptos na taxa de flashes associam-se com intenso crescimento de hidrometeoros na

região mista (MACGORMAN et al., 1989; CAREY; RUTLEDGE, 1998; GATLIN; GOODMAN, 2010; SCHULTZ; PETERSEN; CAREY, 2011; WILLIAMS et al., 1999) e geralmente precedem situações de taxa de precipitação extrema e condições de tempo severo.

Já o rastreamento dos clusters de chuva, deverá estar muito mais associado a área dos possíveis desastres por extremos hidrológicos, pois os clusters de chuva são as áreas de chuva e portanto, estarão no foco da formulação dos avisos associados com a ocorrência de chuvas extremas, causadoras de eventos extremos hidrológicos.

Adicionalmente, o radar RMT0100DS está apto a fazer varreduras setoriais e RHIs, que poderão ser realizados a critério do meteorologista operacional, promovendo elementos adicionais preponderantes para a tomada de decisão a respeito da comunicação antecipada de curtíssimo prazo a ser transmitida através de aviso meteorológico.

5.4 PROPAGAÇÃO E RASTREAMENTO DOS SISTEMAS

O rastreamento dos sistemas convectivos será fundamental para uma classificação de intensidade convectiva de cada sistema, de modo que seja possível destacar em um mapa quais são os sistemas que estão apresentando indicativos de intensidade convectiva extrema, regiões as quais potencialmente estarão associadas a desastres causados por precipitação extrema. Também, o rastreamento dos sistemas permite a extrapolação da trajetória dos sistemas para os próximos minutos (MACHADO et al., 1998; LAURENT et al., 2002; KOKITSU; NASCIMENTO; CARVALHO, 2012; UBA, 2022), permitindo previsibilidade de curtíssimo prazo. Com a definição do centro geométrico da célula convectiva que está sendo rastreada, entre duas imagens sucessivas, é possível determinar o vetor deslocamento do sistema, o vetor velocidade, permitindo estimar o momento em que uma determinada área de taxa de precipitação extrema irá atingir um município ou uma área de risco.

5.5 MAPEAMENTO DE RISCO

A partir dos diagnósticos iminentes das condições atmosféricas associadas à ocorrência de eventos hidrológicos, a formulação do aviso meteorológico deverá considerar: a área do cluster de chuva projetada sobre o mapa de risco, e o aviso que antecede o desastre, deverá possuir uma escala de intensidade que será ponderada pelo mapa de risco.

O mapa de risco terá uma parte fixa que dependerá de um levantamento de áreas urbanas com declividade acentuada, áreas suscetíveis a alagamentos frequentes, etc, e outra parte dinâmica, que dependerá dos acumulados de chuva das últimas 72 horas.

Com a projeção dos clusters de chuva, sobre o mapa de risco, espera-se destacar as áreas mais vulneráveis, mesmo sob taxa de precipitação fraca e moderada, de forma a elevar o risco potencial da ocorrência de um desastre.

Um grande desafio para a formulação de um mapa de risco associado a eventos hidrológicos no estado do Ceará é o risco de rompimento de barragens de açudes de captação de água associado aos acumulados de chuvas. Nesta pesquisa, o mapa de risco deverá considerar o mapeamento de algumas barragens, a serem identificadas como de maior risco devido à proximidade com cidades, entre outros fatores.

5.6 SISTEMA DE AVISOS

O sistema de avisos terá dois pressupostos básicos:

- Os avisos meteorológicos de curtíssimo prazo, serão divulgados apenas para as autoridades competentes como Defesa Civil, sala de situação de prefeituras, corpo de bombeiros, etc.
- Apesar da população em geral não receber um alerta sobre a iminência de um desastre a partir da Funceme, pois a gestão da redução de danos não compete a Funceme ou a decisões individuais, a população terá acesso ao máximo de informações meteorológicas que envolvem os avisos para as autoridades visando promover um entendimento do risco potencial de forma que a população seja informada e fique suscetível às ações de redução de danos.

6 ETAPAS DE EXECUÇÃO DA PROPOSTA COM CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

META	ATIVIDADE	TEMPO SEMESTRAL					
1	1.1						
2	2.1						
2	2.2						
3	3.1						
3	3.2						

1 – Aprimorar as rotinas de modelagem numérica visando aumentar a assertibilidade da previsão numérica das áreas de risco de convecção intensa, com 6 horas de antecedência.

1.1 – Implementação da previsão numérica pré-convectiva, com downscaling dinâmico, para as próximas 6h.

2 - Definir valores limiares para classificação de extremos hidrológicos no Ceará a partir dos seguintes parâmetros: taxa de crescimento da área de clusters de nuvem, taxa de raios (glm flashes) por passo de tempo do ciclo de vida, acumulados de chuva e taxas de precipitação instantâneas por radar.

2.2 – Rastreamento dos clusters de nuvens e clusters de chuva

2.3 – Definição de limiares de identificação de eventos extremos de precipitação atmosférica.

3 – Emitir avisos meteorológicos de curtíssimo prazo, que precedem condições de eventos hidrológicos extremos.

3.1 – Sistema GIS de comunicação de avisos meteorológicos associados as eventos extremos hidrológicos (precipitação atmosférica).

3.2 – Divulgação do sistema de avisos meteorológico para autoridades e versão de visualização pública.

7 DESCRIÇÃO DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS POR CADA UMA DAS INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES DO PROJETO

INSTITUIÇÕES	ATIVIDADE TEMPO SEMESTRAL						
1 (FUNCEME)	1.1						
1	1.1						
2 (UFRN)	2.1						
3 (UNIFEI)	3.1						

1.1 – Garantir a operacionalidade do sistema de previsão de curtíssimo prazo mantendo a operação do radar RMT0100DS em Quixeramobim-CE e infraestrutura computacional de recepção de dados do GOES-16 e geração de produtos integrados.

1.2 – Promover um debate a respeito da comunicação de avisos meteorológicos de curtíssimo prazo entre a Funceme e órgãos governamentais, especialmente a Defesa Civil.

2.1 – Reunião de avaliação sistemática das estimativas quantitativas de taxa de precipitação do radar da Funceme. A identificação de limiares que definem os eventos extremos hidrológicos a partir de observações por radar meteorológicos depende de ajustes das relações Z – R a partir de estudos regionais das estimativas quantitativas de taxa de precipitação. Nesta etapa iremos contar com a experiência do Dr. Weber Andrade Gonçalves, que diante da rede pluviométrica da Funceme, irá colaborar na formulação de metodologia de avaliação sistemática dos mapas de precipitação instantânea do radar RMT0100DS.

3.1 – Reunião de avaliação sistemática da evolução temporal da taxa de raio dos sistemas convectivos rastreados. Nesta etapa iremos contar com a experiência do Dr. Enrique Vieira Mattos, do curso de meteorologia da UNIFEI, quem tem experiência na recepção e uso operacional dos dados do GLM GOES-16 (<https://meteorologia.unifei.edu.br/produtos/glm/>). Iremos verificar a qualidade dos dados do GLM para uso em tempo real e identificar qual o rastreamento que tem a maior capacidade de capturar “Lightning Jumps”: o rastreamento dos clusters de chuva ou o rastreamento dos clusters de nuvens.

8 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS OU DE INOVAÇÃO, PRODUTOS(MÉTODOS, MODELOS, FERRAMENTAS, TÉCNICAS, TECNOLOGIAS, INSUMOS, SERVIÇOS) E SOLUÇÕES ESPERADOS DA PROPOSTA

Será a operacionalização de um sistema de informação geográfica para a comunicação de avisos meteorológicos que precedem efetivamente a ocorrência de eventos de precipitação atmosférica extrema (extremos hidrológicos) em duas categorias: avisos para órgãos governamentais responsáveis por ações de redução de danos e avisos para a população em geral.

9 RESULTADOS, PRODUTOS E SOLUÇÕES ESPERADOS, COM PREVISÃO DE CRONOGRAMA DE ENTREGA ANUAL

CONTRIBUIÇÕES	PRODUTOS	SOLUÇÕES	TEMPO (ANUAL)
Modelagem numérica pré-convectiva	mapas das áreas pré-convectivas	downscaling dinâmico utilizando o WRF com aplicação do nested de 3:1	1 ano
Rastreamento de sistemas: Acoplamento de variáveis morfológicas com a taxa de raios	Evolução temporal das taxas de raios dos sistemas convectivos	Identificação de saltos na taxa de raios	1 ano
Sistema de comunicação de avisos meteorológico	Web GIS mapa	Avisos meteorológicos como áreas geográficas	1 ano

10 PLANO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DO PROJETO

A divulgação deverá ser realizada no portal web da Funceme, contar com vídeos em redes sociais e publicação de artigos científicos.

11 PERSPECTIVAS CONCRETAS DE FUTURAS COLABORAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS

Nada a declarar

12 DISPONIBILIDADE EFETIVA DE INFRAESTRUTURA E DE APOIO TÉCNICO PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Efetivamente a Funceme possui tradição de 50 anos na operação da informação meteorológica e hidrológica na gestão dos recursos hídricos no Estado do Ceará. A Funceme possui em seu quadro de funcionários, uma rede técnico-científica que envolve profissionais desde o nível médio até pesquisadores doutores. Conta com equipe de tecnologia da informação, técnicos em eletrônica, administradores, assessores de imprensa, motoristas, engenheiros elétricos e civis, físicos, hidrólogos, meteorologistas entre outros. A Funceme possui infraestrutura computacional que precisa ser melhorada, mas que promove a modelagem numérica da previsão do tempo para os próximos 3 dias, promove prognósticos climáticos, a recepção e processamento de imagens e produtos de dois satélites geoestacionários (MSG, a partir de um sistema de recepção local, e GOES-16, a partir de uma estação GEONETCast Americas), garante a operação do radar RMT0100DS desde 2011, inclusive conta com a sede da Funceme na Serra de Santa Maria em Quixeramobim-CE, base de operação do radar RMT0100DS, que também conta com equipe de pessoal sediada em Quixeramobim-CE.

13 RECURSOS FINANCEIROS DE OUTRAS FONTES APROVADOS PARA APLICAÇÃO NO PROJETO

Nada a declarar

14 RESULTADO DA BUSCA EM BASES DE PROPRIEDADE INTELECTUAL RELACIONADA AO TEMA DO PROJETO

RESULTADO DA PESQUISA (16/10/2023 às 11:51:03)

Pesquisa por:

Todas as palavras: 'DESASTRES NATURAIS no Título'

Foram encontrados 2 processos que satisfazem à pesquisa. Mostrando página 1 de 1.

Pedido Depósito Título IPC

BR 10 2022 003890 2 02/03/2022 MICROCONTROLADOR ARDUINO E SENSO-RES ULTRASSÔNICOS NA LEITURA DO NÍVEL DO RIO ITAJAÍ-MIRIM E NA PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS G01F 23/2962

BR 20 2020 020287 7 02/10/2020 APLICATIVO DE SOLUÇÕES EM NOTIFICAÇÕES DE DESASTRES E CATÁSTROFES NATURAIS H04H 20/59

Páginas de Resultados: 1

(<https://busca.inpi.gov.br>)

REFERÊNCIAS

- ASPLIDEN, C. I.; TOURRE, Y.; SABINE, J. B. Some climatological aspects of west african disturbance lines during gate. *Monthly Weather Review*, v. 104, n. 8, p. 1029–1035, 1976.
- CAREY, L. D.; RUTLEDGE, S. A. Electrical and multiparameter radar observations of a severe hailstorm. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012)*, Wiley Online Library, v. 103, n. D12, p. 13979–14000, 1998.
- GATLIN, P. N.; GOODMAN, S. J. A total lightning trending algorithm to identify severe thunderstorms. *Journal of atmospheric and oceanic technology*, v. 27, n. 1, p. 3–22, 2010.
- KOKITSU, J. C.; NASCIMENTO, S. C.; CARVALHO, S. C. de. Ipmet web gis application for severe weather alert and decision support. In: *3^o WMO/WWRP International Symposium on Nowcasting and Very Short Range Forecasting*. [S.l.: s.n.], 2012.
- LAURENT, H. et al. Characteristics of the amazonian mesoscale convective systems observed from satellite and radar during the wetamc/lba experiment. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres (1984–2012)*, Wiley Online Library, v. 107, n. D20, p. LBA–21, 2002.
- LEE, H. et al. Climate change 2023 synthesis report summary for policymakers. *CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report: Summary for Policymakers*, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2024.
- MACGORMAN, D. R. et al. Lightning rates relative to tornadic storm evolution on 22 may 1981. *Journal of the atmospheric sciences*, v. 46, n. 2, p. 221–251, 1989.
- MACHADO, L. et al. Life cycle variations of mesoscale convective systems over the americas. *Monthly Weather Review*, v. 126, n. 6, p. 1630–1654, 1998.
- MARTIN, D. W.; SCHREINER, A. J. Characteristics of west african and east atlantic cloud clusters: A survey from gate. *Monthly Weather Review*, v. 109, n. 8, p. 1671–1688, 1981.
- MATHON, V.; LAURENT, H. Life cycle of sahelian mesoscale convective cloud systems. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Wiley Online Library, v. 127, n. 572, p. 377–406, 2001.
- NORDESTE, D. do. *Onda de calor e chuva de granizo? O que explicam os eventos climáticos incomuns registrados no CE*. 2014.
Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ceara/onda-de-calor-e-chuva-de-granizo-o-que-explicam-os-eventos-climaticos-incomuns-registrados-no-ce-1.3290446>. Acesso em: 20 out. 2022.
- PAYNE, S. W.; MCGARRY, M. M. The relationship of satellite inferred convective activity to easterly waves over west africa and the adjacent ocean during phase iii of gate. *Monthly Weather Review*, v. 105, n. 4, p. 413–420, 1977.
- SCHULTZ, C. J.; PETERSEN, W. A.; CAREY, L. D. Lightning and severe weather: A comparison between total and cloud-to-ground lightning trends. *Weather and forecasting*, v. 26, n. 5, p. 744–755, 2011.

UBA, D. M. *TATHU - Software para rastreamento e análise do ciclo de vida de sistemas convectivos*. 2022. Disponível em: <http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGP3W34T/47AF772>.

VILA, D. A. et al. Forecast and tracking the evolution of cloud clusters (fortrace) using satellite infrared imagery: Methodology and validation. *Weather and Forecasting*, v. 23, n. 2, p. 233–245, 2008.

WILLIAMS, E. et al. The behavior of total lightning activity in severe florida thunderstorms. *Atmospheric Research*, Elsevier, v. 51, n. 3, p. 245–265, 1999.

WILLIAMS, M.; JR, R. A. H. Satellite-observed characteristics of winter monsoon cloud clusters. *Monthly Weather Review*, v. 115, n. 2, p. 505–519, 1987.