

DESENVOLVIMENTO DE UMA METODOLOGIA PARA MEDIDAS DE EVENTOS DE GRANIZO (CONCEPÇÃO, MATERIAIS, CORRESPONDÊNCIA DOS DADOS E REFERÊNCIA) NO LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO METEOROLÓGICA (LIM)

JOSÉ CELSO THOMAZ JÚNIOR

Laboratório de Instrumentação Meteorológica – LIM/CPTEC

VICTOR HUGO PEZZINI DE MEIRELES

Aluno Doutorado - Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais – DSA/CPTEC

JORGE MARTINS MELO

Laboratório de Instrumentação Meteorológica – LIM/CPTEC

JORGE MARTON

Laboratório de Instrumentação Meteorológica – LIM/CPTEC

PAULO ROGERIO DE AQUINO ARLINO

Laboratório de Instrumentação Meteorológica – LIM/CPTEC

LUIS AUGUSTO MACHADO

Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais – DSA/CPTEC

INTRODUÇÃO:

Mudanças climáticas com o conseqüente aumento das temperaturas tem resultado em um aumento no número de tempestades severas, inclui-se aqui tempestades de granizo. Granizo é um dos hidrometeoros que causam os maiores danos às colheitas e outros bens materiais.

Para estimar a quantidade de granizo que atinge o solo, é necessário algum tipo de medição, seja através de uma medição indireta (no interior de nuvens com um radar meteorológico) ou medições de parâmetros do granizo sobre o solo através de redes de placas (“almofadas”) distribuídas no solo.

Estas placas (“almofadas”) (Long et al. 1980) são instrumentos simples que permitem medir o tamanho do granizo. Os parâmetros físicos de granizo são derivados a partir de medições feitas da geometria dos rastros deixados pelo contacto das pedras de granizo com a superfície de uma placa (“almofada”) que é feita de um material deformável.

Com as suposições necessárias, é possível estimar a massa de gelo que atinge uma placa (“almofada”) em particular, a energia cinética que corresponde à componente de velocidade vertical, o número total de pedras de granizo, e o tamanho máximo registado.

A principal vantagem de utilizar uma placa (“almofada”) consiste em sua simplicidade e seu baixo custo, o que nos permite instalar uma rede suficientemente

densa para se analisar a distribuição espacial de eventos de granizo. A principal desvantagem do método placas (“almofadas”) para a detecção de granizo consiste no número de suposições necessárias para se obter um resultado satisfatório, devido a esta multiplicidade de simplificações, frequentemente se introduz erros nas medidas. As premissas mais importantes podem ser resumidas da seguinte forma: as pedras de granizo são considerados esféricas; a velocidade de queda é suposta como sendo a velocidade terminal, dependendo exclusivamente do tamanho granizo e com apenas uma componente vertical; e, o tamanho do rastro é suposto como sendo uma função da energia cinética de granizo. Além disso, os rastros tendem a ter uma forma elíptica e apenas o eixo menor será utilizado nos cálculos (a forma elíptica é suposta ser devido ao efeito do vento).

Assim, a ideia para realizarmos o experimento de medida de granizo aqui no LIM consistiu nos seguintes procedimentos:

- 1) Escolha do material a ser utilizado na placa coletora (“almofada”) para o experimento;
- 2) Os procedimentos para se estabelecer metodologia para a correspondência dos dados com o evento real;
- 3) Calibração do Sistema.

A técnica de calibração que pretendemos utilizar inicialmente será a mesma do “paper” “The Hailpad: Materials, Data Reduction and Calibration” (Journal of Applied Meteorology).

CONSTRUÇÃO DAS PLACAS (“ALMOFADAS”) E MATERIAL:

O material a ser utilizado para construir as placas (“almofadas”) deve obedecer certos requisitos para fornecer uma medida confiável. Estes requisitos foram analisados considerando o trabalho (Long et al. 1980). De forma geral o material deve possuir algumas características plásticas. Quando o granizo colide com a placa (“almofada”) ele deixará um rastro na sua superfície, que poderá de alguma forma se alterar (diminuir) com o tempo, posteriormente ao impacto da pedra devido à elasticidade do material. É importante que as dimensões deste rastro deixado pelo granizo não se altere com o tempo. A dimensão estacionária do rastro deixado pelo granizo é necessária para se desenvolver uma relação de calibração independente do tempo entre o rastro deixado pelo granizo e parâmetros importantes do granizo como o diâmetro ou massa.

O material das placas (“almofadas”) deve apresentar uma resposta uniforme de forma que rastros idênticos sejam formados por quaisquer duas pedras de dimensões idênticas, mesma forma, mesma massa, e mesma velocidade de impacto. Isto deverá garantir uma calibração (relação rastro com os hidrometeoros) significativa do sistema.

A escolha recaiu sobre um material poroso com uma superfície homogênea e lisa que permita distinguir claramente as marcas deixadas pelas “pedras” de granizo. Deve ser capaz de nos permitir distinguir e medir os “rastros” (pelo menos 0,5cm de diâmetro).

Idealmente qualquer composição material das placas (“almofadas”) deve ser de forma que a sua resposta à queda de uma pedra (hidrometeoro) seja essencialmente independente de sua resposta a outras pedras que golpeiam a placa (“almofada”). Isto irá garantir que o impacto de uma pedra não irá distorcer os rastros gerados por pedras que atingem a placa no início do evento de granizo e que o rastro gerado por uma pedra será o mesmo independentemente da placa ser atingida por pedras anteriores, na sua vizinhança. Garantindo que estas exigências sejam respeitadas, teremos que dois rastros poderão ser distinguidos um do outro, mesmo quando eles venham eventualmente se sobrepor para uma determinada medida. Estas medidas também irão ajudar a reduzir o risco de saturação do bloco, o que ocorre quando os rastros não podem ser distinguidos um do outro ou são encobertos por rastros posteriores. É pouco provável que qualquer material que escolhermos para servir de placa (“almofada”) para medir granizo irá atender completamente essa exigência de resposta independente para sucessivas pedras, mas alguns materiais responderão de forma mais efetiva a este respeito do que outros.

O limite dinâmico da capacidade do material das placas (“almofadas”) para registrar o evento deve ser de forma que a placa (“almofada”) seja igualmente sensível tanto para o menor diâmetro de granizo ($D \sim 0,5\text{cm}$) e energia cinética de aproximadamente $2 \times 10^{-3}\text{J}$ como para as grandes “pedras” de granizo, com diâmetros $D \sim 5\text{ cm}$ e 30J de energia cinética. Se a placa é muito sensível às pequenas pedras, provavelmente as grandes pedras irão danificá-la, mas se a sensibilidade para grandes pedras é reduzida, provavelmente as pequenas pedras podem passar despercebidas.

Apesar de ter sensibilidade suficiente para registrar a menor das “pedras” de granizo, o material da placa (“almofada”) não deve ser facilmente danificada ou marcada quando está exposta no campo ou quando a examinamos individualmente. Rastros gerados pela chuva ou poeira devem ser negligenciáveis ou facilmente distinguidos dos rastros formados pelo granizo. A placa (“almofada”) não deve ser danificada ou ser deteriorada devido à ação do vento ou longa exposição à luz solar.

Ela deve ser de fácil “leitura”, ou seja, para se medir as dimensões de cada rastro sobre sua superfície. A “leitura” de uma placa (“almofada”) é comumente realizada manualmente por indivíduos treinados para esta tarefa. Consiste de um trabalho tedioso e chato, demorado, mas que requer concentração, atenção aos detalhes, e perseverança. É importante que os rastros sejam facilmente marcados e que as suas dimensões possam ser facilmente determinadas e medidas.

Assim, o material selecionados para construir as placas (“almofadas”) para medir granizo deve cumprir todos os requisitos gerais descritos acima. Estes requisitos foram aplicados ao material escolhido para concepção das placas de medidas de granizo considerados no presente trabalho.

A seguir vamos analisar criticamente os componentes primários das placas (“almofadas”): a espuma e revestimentos para a espuma, como papel alumínio e pintura. Vamos discutir também sobre os suportes mecânicos para as placa (“almofada”), suas dimensões etc .

A ESPUMA/ FOLHA DE ALUMINIO/SUPORTE/DIMENSÕES:

Isopor foi considerado um excelente material para fazer as placas (“almofadas”). Isopor é a marca utilizada pela indústria química para descrever uma série de espumas de poliestireno fabricadas para diversos fins. Várias tipos de espumas são listados na Tabela 1, juntamente com as suas densidades e algumas das suas propriedades mecânicas.

Propriedades (Tipo de Isopor)	SB	SI	SM	RM	Roofmate
Densidade (Kg/m ³)	27	37	34	36	39
Pressão de Compressão (10 ⁵ Pa)	2,8	3,1	2,8	3,1	
Modulo de Compressão (10 ⁵ Pa)					
Valores típicos	69	83	83	83	
Valores Médios	62	104		96	115
Limite de Valores					

Tabela 1: As denominações dos tipos de isopor e seus significados: SB - Isolamento de Ambientes; SI - Isolamento Estrutural; SM – Material de Acabamento e RM – Material de Telhados. As propriedades mecânicas baseadas são tomadas de uma placa de isopor de 1 polegada (2,54 cm) de espessura. A resistência à compressão é a pressão estática típica necessária para comprimir o isopor por 0,1 polegadas. O valor típico de módulo de compressão foi realizada a partir de dados técnicos fornecidos pela Dow Chemical EUA; o valor médio e intervalo de valores baseiam-se em controles in loco feita pela Dow Chemical EUA 1973-1977 de 20 lotes de cada espuma distribuídos mais de 17 fábricas espalhadas por todo o mundo. (fonte: extraído de Long et al.)

O material isopor consiste no agrupamento de uma grande quantidade de células. A superfície de espuma (isolamento) é porosa. As outras espumas são normalmente cobertas com uma camada lisa produzida durante o processo de extrusão, processo através da qual a espuma é feita. Um importante efeito da camada seria aumentar a sensibilidade dos rastros produzidos por “pedras” de granizo individuais. As espumas que apresentam esta camada apresentam capacidade para medir rastros tão pequenos quanto 0,5 cm de diâmetro. Há um limiar entre 0,6-0,7 cm para a espuma (isolamento). Esta diferença aparentemente pequena é realmente importante, pois uma grande parte das “pedras” de granizo tem tamanhos nesta faixa. A sensibilidade da espuma (isolamento) para pequenas “pedras” pode ser aumentada através da lixagem da superfície das placas (Strong, 1974).

Rastros produzidos nas placas (“almofadas”) constituídas de isopor são mais facilmente detectados e medidas se a superfície preparada é coberta após a ocorrência do granizo. A discussão do efeito da tinta aparecerá mais adiante quando discutirmos a redução de dados.

A Tabela 1 indica que o módulo de compressão de qualquer uma das espumas isopor pode variar de lote para lote. Isto deve ser levado em consideração quando da obtenção de um lote de espuma a partir do qual se pretende fazer as placas (“almofadas”) desde que o valor variável da compressão naturalmente afetará a estabilidade da calibração das placas.

Cada vez que um lote de espuma é produzido, pode haver uma variação na mistura de produto químico utilizado, variação na temperatura de produção e na compressão das células (tabela 1). A compressão das células, em particular, é difícil de controlar. Na verdade, devido a alterações na orientação da célula o módulo de compressão pode variar por um factor de até dois. A gama de valores na Tabela 1 não é, portanto, surpreendente. Apesar das grandes variações de lote para lote no módulo de compressão, o coeficiente de variação do módulo de compressão é apenas cerca de 7% dentro de um determinado lote, independentemente do tipo de espuma. Uma variação de 7% no módulo de compressão dentro de um lote pode ser tolerável. O trabalho de Long et al.1980, mostra que uma variação de 10% na "pressão de resistência" da almofada terá um efeito insignificante sobre a calibração (a resistência à pressão apresenta um comportamento aproximadamente linear em relação ao módulo de compressão da espuma). Isto sugere que, na preparação de um programa de medição granizo em larga escala (rede) utilizando placas ("almofadas") de isopor pode ser interessante adquirir um único lote de produção.

Verificou-se que placas de isopor colocadas em campo sem nenhuma proteção contra a luz solar está sujeita a degradação e mudança na cor. Desintegração leva a dimensões maiores para os rastros produzidos pelo granizo batendo na placa ("almofada") (Long et al. 1980). A solução para evitar a deterioração das placas ("almofadas") é a de cobri-la com uma única camada de folha de alumínio. Além da proteção contra a deterioração devido à radiação solar também atua de modo a reduzir a absorção de água da chuva pela placa ("almofada") com a consequente alteração de suas características de resposta.

As placas ("almofadas") utilizadas no experimento "Sistema de Observação e Previsão de Tempo Severo - SOS- CHUVA" devem ser colocadas sobre uma estrutura (mastro) de ferro (figura 1) que será martelada no chão de modo que a superfície da almofada fique a aproximadamente 1,5 m acima do nível do chão. A estrutura possui (5 centímetros) de profundidade, de modo a acomodar as almofadas. O fundo inferior é sólido para proporcionar o mesmo apoio para todas as partes placa ("almofada"). O suporte garante uma orientação horizontal para as placas ("almofada") e assegura o mesmo suporte para todas as placas independentemente do terreno subjacente. O suporte de alguma forma protege a placa ("almofada") ajuda a evitar que pedras saltem sobre o bloco, ajuda a mantê-la limpa, e ajuda a reduzir a chance de pessoas ou animais venham a pisar sobre as placas. No caso das placas cobertas com folha de alumínio a concepção do suporte reduz a possibilidade de que o vento remova a folha com consequente dano.



Figura 1: Placa (“almofada”) montada em experimento no LIM.

As dimensões das placas (“almofadas”) depende de considerações práticas e científicas. De um ponto de vista prático a placa não deve ser tão grande que manuseá-lo no campo e durante a redução de dados torna-se uma tarefa complexa. Além disso, como extrair os dados de uma placa é comumente um trabalho realizado a mão será importante não fazer a concepção de uma placa tão grande que este trabalho seja excessivamente demorado. Isso pode trazer um prejuízo para a precisão da leitura da placa.

As dimensões da placa coletora (“almofada”) também deve ser escolhido em relação a certos critérios científicos. Porque uma placa coletora (“almofada”) essencialmente fornece uma medida do granizo em um só no ponto de medição que frequentemente pode apresentar uma precisão limitada. A precisão irá depender de i) do número de pedras que atingem a placa coletora (“almofada”) e deverá ser incluídos no cálculo de um parâmetro de granizo, e em ii) o (s) parâmetro(s) particular (es) a ser (em) considerado(s). É claro que quando o número de pedras que contribuem para um determinado parâmetro de granizo aumenta, a incerteza associada a este parâmetro diminuirá. Isto sugere a ampliação da placa para aumentar o número de dados recolhidos em cada ponto. Uma análise quantitativa do efeito das dimensões da placa coletora (“almofada”) ou área considerada para cálculos dos parâmetros de granizo poderia ser feita utilizando o trabalho Joss e Waldvogel (1969) e Atlas e Gertzman (1977) como um ponto de partida. Os resultados de tal análise deve, no entanto, permitir determinar a propagação de incerteza para um certo parâmetro medido de granizo sobre uma placa coletora específica e assim obter a estimativa de um parâmetro de granizo sobre uma região de interesse contendo uma rede de placas coletoras de granizo. Tal análise completa não foi considerada para determinar as dimensões das placas coletoras de granizo. A escolha foi baseada em considerações de ordem prática e os resultados das investigações apresentadas no trabalho de Long et al.1980.

REDUÇÃO DE DADOS

O objeto da redução de dados das placas coletoras ("almofadas") ou dados para "leitura" consiste em medir e gravar alguma dimensão ou as dimensões de cada rastro na placa.

As dimensões mais simples que podem ser medidas são os eixos menor e maior de um rastro no plano da superfície da placa ("almofada"), a profundidade de um rastro, e os seus raios principais de curvatura interna. Uma fácil distinção de medição de uma dimensão do rastro é um fator primordial na redução de dados das placas, e os eixos maiores e menores de cada rastro são mais facilmente medido.

A correspondência dos dados será realizada através do registro dos rastros (dimensões) sobre a placa ("almofada"). Neste ponto, se considerarmos uma distribuição (número por tamanho unitário do intervalo) de frequências de diâmetros dos rastros seja exponencial da seguinte forma:

$$N(D) = N_0 K e^{-K(D-d)}, D \geq d, K > 0, [1]$$

Onde N_0 é o número total de "pedras" atingindo uma faixa de diâmetro d sobre a placa ("almofada"), D é o diâmetro do rastro, e K uma constante positiva. Assim, se a relação de calibração entre o diâmetro da "pedra" de granizo (D) e o diâmetro do rastro registrado na placa ("almofada") D' for aproximadamente linear $D = \alpha D'$ obteremos a distribuição de parâmetros físicos do granizo [Long et al].

TÉCNICAS DE CALIBRAÇÃO

O objetivo da calibração das placas ("almofadas") é estabelecer uma relação matemática entre o rastro e certas propriedades da "pedra" de granizo. Propriedades comuns do granizo de interesse para os pesquisadores são a distribuição das dimensões das "pedras", a massa e a energia cinética das mesmas. A distribuição das dimensões da "pedra" é provavelmente a mais fundamental, já que, fornecem, juntamente com as informações sobre a densidade e o coeficiente de arrasto do granizo em suas várias formas, estimativas sobre a distribuição de massa das "pedras" e da energia cinética em sua velocidade terminal.

Pelo menos duas técnicas diferentes podem ser usadas para encontrar uma relação de "calibragem" entre a dimensão de um rastro e a dimensão de "pedra". A primeira técnica originou com Schleusener e Jennings (1960) e será denominada EM ou técnica de "correspondência de energia". Esferas rígidas, feitas de aço, por exemplo, são deixadas cair na vertical de diversas alturas sobre uma placa ("almofada") de modo que sua energia cinética de impacto de cada esfera é igual à da "pedra" de granizo suposta esférica do mesmo diâmetro e caindo na velocidade terminal.

Resumindo, a técnica consiste em lançar esferas rígidas contra a placa ("almofada") de uma altura de tal forma que a energia cinética de impacto das esferas seja idêntica às provenientes de uma "pedra" de granizo de diâmetro "idêntico".

Os rastros produzidos são medidos, e os dados são usados para desenvolver uma relação entre o diâmetro da esfera ou da “pedra” e o deixado pelo rastro. A Figura 2 mostra a calibração assim determinada para as placas (“almofadas”) a serem utilizadas na rede SOS-CHUVA.

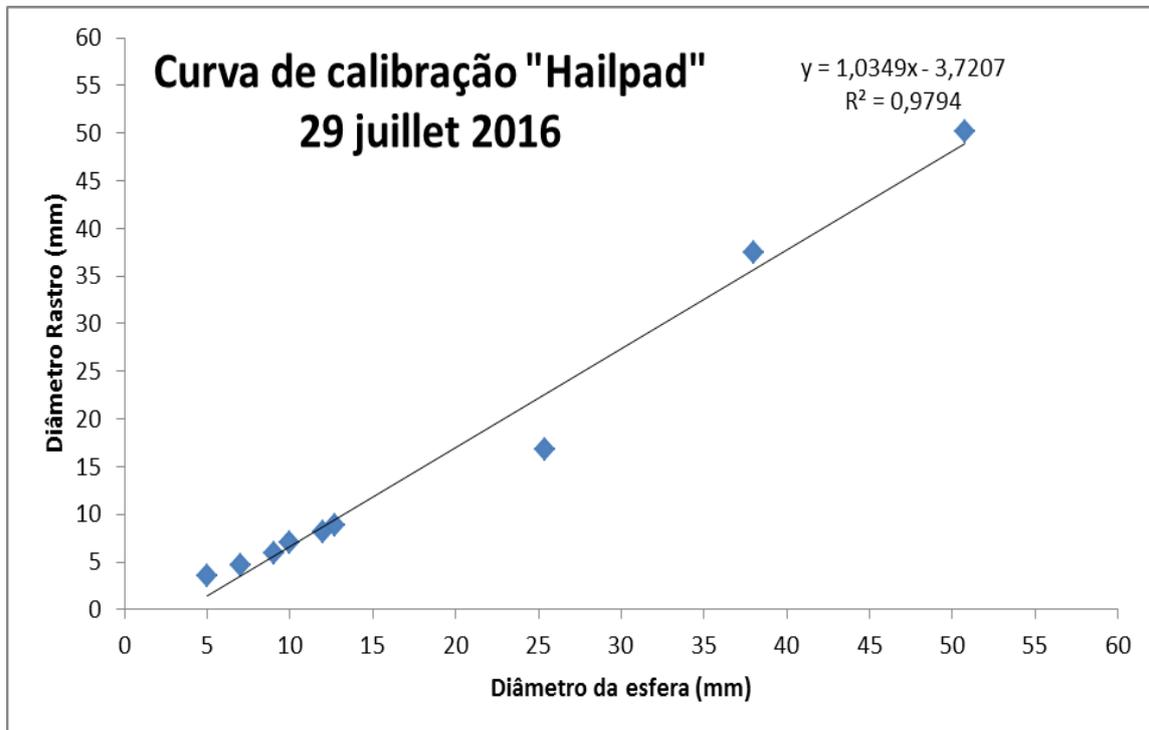


Figura 2: Curva de calibração para as placas (“almofadas”) de utilizadas na rede SOS-Chuva. (Isopor

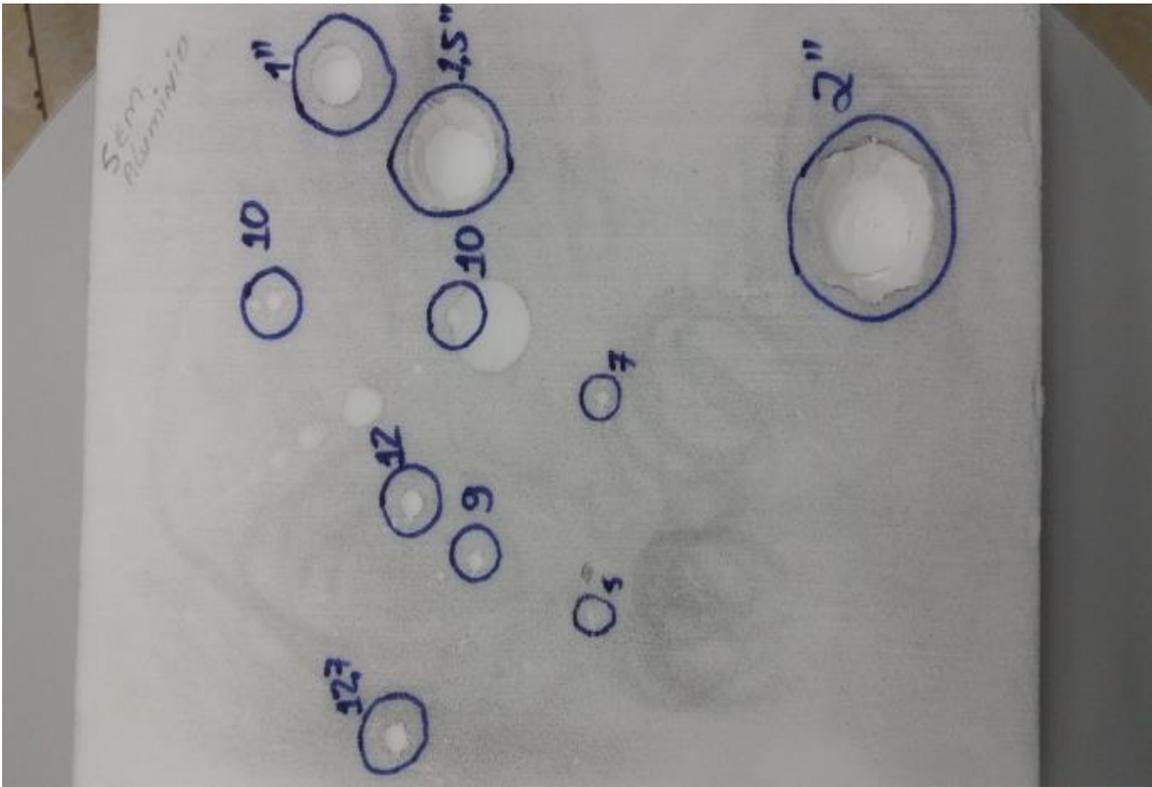


Figura 3 (A) Exemplo dos rastros deixados pelas esferas de aço sobre uma placa ("almofada") (sem cobertura de papel alumínio)

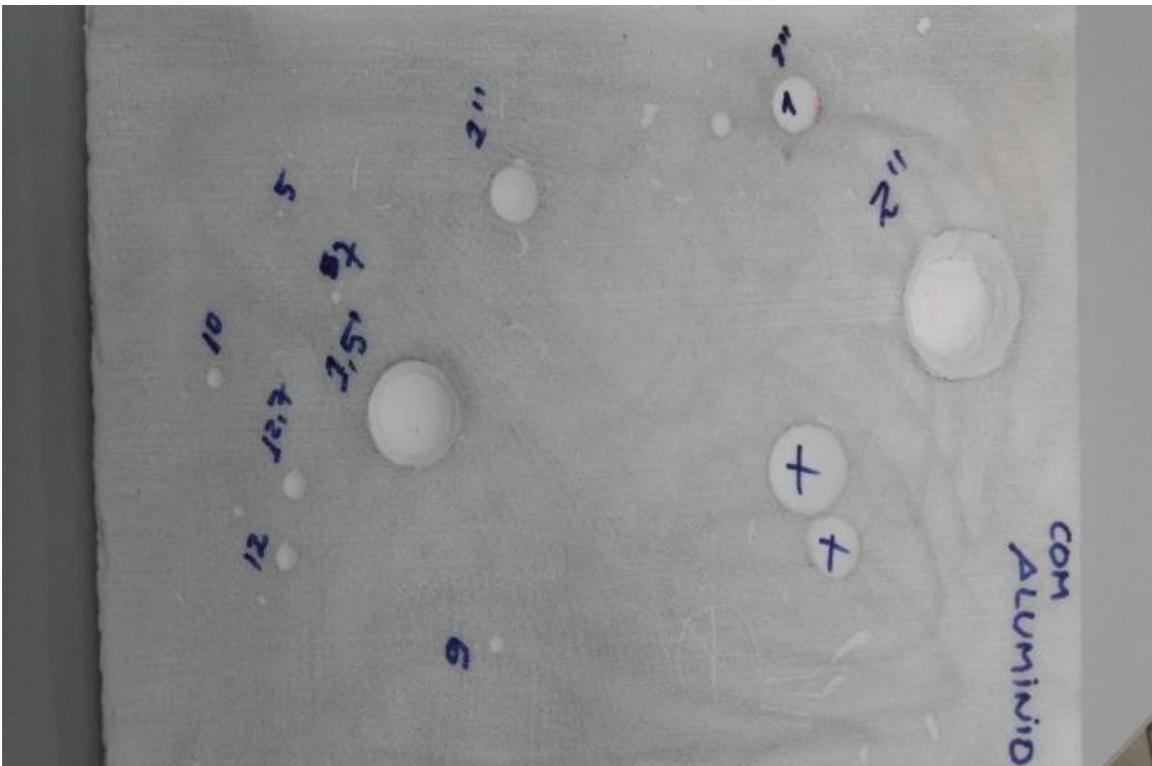


Figura 3 (A) Exemplo dos rastros deixados pelas esferas de aço sobre uma placa ("almofada") (com cobertura de papel alumínio)

A segunda técnica de calibração originou-se com Ronald Rinehart em 1969, em Pesquisa realizada em Illinois (Morgan e Towery, 1974) e será chamado o RC ou "raio de curvatura" técnica. A partir de medições de rastros deixados pelas "pedras" de granizo em uma placa ("almofada") desenvolve uma relação entre o eixo menor de um rastro e o raio interno de curvatura do rastro através de um plano que passa sobre o eixo menor e perpendicular à superfície da placa ("almofada"). Long et al. 1979.

A "calibração" permitirá estabelecermos uma relação entre a distribuição de "rastros" e certas propriedades provenientes da "pedra" que originou o rastro. Propriedades como dimensão, massa, e energia cinética da "pedra".

Para se obter a curva de calibração mostrada na figura 2 para as placas ("almofadas") a serem utilizadas na Rede SOS-CHUVA – 2016 dez esferas de aço de diâmetros variando entre 3mm e 50,8 mm foram utilizadas. Na tabela 2 apresentamos os diâmetros utilizados, massa, e densidade das esferas de aço.

Diâmetro (mm)	Massa (g)	Raio (cm)	Volume (cm ³)	Densidade (g/cm ³)
3,0	0,109	0,150	0,014	7,710
5,0	0,509	0,250	0,065	7,777
7,0	1,398	0,350	0,180	7,784
9,0	2,975	0,450	0,382	7,794
10,0	4,084	0,500	0,524	7,800
12,0	7,049	0,600	0,905	7,791
12,7	8,339	0,635	1,073	7,775
25,4	66,880	1,270	8,580	7,795
38,0	225,600	1,900	28,731	7,852
50,8	535,000	2,540	68,642	7,794

Tabela 2: Características físicas das esferas de aço utilizadas no experimento de calibração das placas ("almofadas") da rede SOS-CHUVA.

A determinação da densidade do "granizo" está baseada no trabalho de [Geert B.] que determina que a velocidade terminal (m/s) de queda de uma "pedra" de granizo, a nível do mar, é dada "aproximadamente" por:

$$v_t = 1,4 D^{0,8}$$

Considerando que a relação exata depende da densidade e da forma das "pedras" de granizo e que é o diâmetro das pedras (D) de granizo é fornecida em mm.

Neste texto, é fornecido a título de ilustração, que uma "pedra" de granizo de 8cm de diâmetro (80mm) e massa 0,7kg possui velocidade terminal de queda de 48 m/s.

De posse destes dados determina-se a densidade do granizo:

$$d_g = \frac{m_g}{V_g} = \frac{700 (g)}{\frac{4\pi (4^3)}{3}} = 2,6 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$$

Onde d_g é densidade do granizo. Cálculos bastante semelhantes são obtidos por [Bohm 1989] e [Silveira]. Um valor comum para a densidade do gelo é de 0,91

g/cm^3 . Desta forma consideramos a densidade média das pedras de granizo em $0,91 \text{ g/cm}^3$.

Considerando que a energia cinética com que a esfera de aço deverá atingir a superfície deverá ser a mesma que a energia cinética com a qual as pedras de granizo atingirão a superfície temos:

$$K = \frac{m v^2}{2}$$

Assim:

$$K_{\text{granizo}} = K_{\text{aço}} = m_{\text{granizo}} v_{\text{granizo}}^2 = m_{\text{aço}} v_{\text{aço}}^2$$

$$\frac{m_{\text{granizo}}}{m_{\text{aço}}} = \frac{v_{\text{aço}}^2}{v_{\text{granizo}}^2}$$

$$m_{\text{granizo}} = d_{\text{granizo}} \text{Volume}_{\text{granizo}} \rightarrow \frac{m_{\text{granizo}}}{m_{\text{aço}}} = \frac{d_{\text{granizo}}}{d_{\text{aço}}} = \frac{0,91}{7,78} = 0,117$$

Então:

$$\frac{v_{\text{aço}}}{v_{\text{granizo}}} = \sqrt{0,117} = 0,342$$

Vamos considerar a velocidade do granizo àquela obtida por [Bohm 1989].

Assim:

$$v_{\text{granizo}} (\text{Bohm}) = 2,527 D^{0,638}$$

$$v_{\text{aço}} = \sqrt{2gh}$$

Onde g é a aceleração da gravidade e h a altura de queda das esferas de aço.

Desta forma:

$$\frac{v_{\text{aço}}}{v_{\text{granizo}}} = \frac{4,47 \sqrt{h}}{2,527 D^{0,638}}$$

Assim a relação entre a altura de lançamento (m) e o diâmetro das esferas de aço (mm) será:

$$h = 0,038D^{1,276}$$

A tabela abaixo mostra a relação entre diâmetro das esferas de aço e a altura que devem ser lançadas.

Diâmetro da esfera (mm)	Altura (cm)
3,0	15,4
5,0	29,6
7,0	45,5
9,0	62,7
10,0	71,7
120	90,5
12,7	97,3
25,4	235,7
38	394,1
50,4	570,8

Tabela 2: Altura em relação aos diâmetros das esferas lançadas para a obtenção da curva de calibração.

Observações Finais e Recomendações

Esta etapa do trabalho analisou com algum detalhe os materiais de que são construídas as placas (“almofadas”), os procedimentos para a redução de dados nas placas (“almofadas”), e o método usado para calibrar o sistema.

Placas (“almofadas”) devem ser construídos com materiais que têm uma boa resposta às pedras de granizo, ou seja, deve apresentar elasticidade, uniformidade de superfície, e independente com relação ao impacto de pedras de granizo anteriores. O material deve apresentar um limite dinâmico importante e ser sensível à mais pequena “pedra”, bem como para as “pedras” maiores. Os materiais devem ser suficientemente resistente a danos durante o manuseamento experimental e análise no laboratório. Finalmente, os materiais devem oferecer uma fácil medida dos rastros por meio manual e, se possível, por meios automáticos. A partir de estudos de vários materiais [Long et al 1979] uma recomendação é feita para utilização de placas (“almofadas”) com espessura de uma polegada (2,54 cm) de tipo isopor/isolamento. Esta placa (“almofada”) é coberta com papel alumínio. Um suporte foi construído para acomodar as placas (“almofadas”), de forma a manter uma orientação horizontal da placa, e evitar que as pedras rebatem sobre a placa inserindo marcas espúrias na placa (“almofada”). Recomenda-se, no entanto, que um estudo estatístico seja realizado do efeito da área de detecção na representatividade que uma placa (“almofada”) será adequada em um ponto de queda do granizo.

O procedimento para a redução dos dados registrados pelas placas (“almofadas”) são simples, mas exigem a atenção para alguns pontos importantes. O eixo menor de um rastro deixado por uma pedra de granizo parece ser o melhor parâmetro de medida. Recomenda-se que as medições dos rastros sejam agrupadas em categorias relativamente finas. Uma análise de erro [Long et al 1979] mostra que um intervalo de 4 mm é muito largo, um intervalo de 1 mm será mais fino do que o necessário, e um intervalo de 2 milímetros pode ser satisfatório se as “pedras” de granizo apresentarem um vasto limite de tamanhos. Um programa de formação e supervisão de leitores da placa (“almofada”) será essencial, a fim de manter o controle da qualidade dos dados.

A calibração das placas (“almofadas”) fornece uma relação entre o eixo menor (ou maior) de um rastro da placa (“almofada”) e as dimensões da “pedra” que produziu o rastro. A calibração é uma questão bastante simples desde que se esteja disposto a aceitar certas hipóteses sobre o comportamento do material da placa durante e após o impacto das “pedras”. A técnica EM de calibração em Laboratório recomendada aqui simula o impacto de uma pedra de granizo através da queda de uma esfera de aço em uma placa (“almofada”) de uma altura tal que a energia cinética alcançada pelo impacto da esfera seja igual à da “pedra” de granizo de diâmetro igual com a velocidade terminal. Esta técnica faz certas suposições sobre a esfericidade, rigidez, coeficiente de arrasto, e direção queda de granizo. A partir do estudo realizado [Long et al.1979] é recomendado que durante os experimentos de campo algumas propriedades das “pedras” de granizo sejam obtidas para se estabelecer uma calibração direta da placa (“almofada”). Isso envolveria a identificar para cada rastro em uma placa (“almofada”) provenientes de “pedras” granizo que possam ser recolhida pela equipe em campo e serem medidas, pesadas e de outra forma estudada (fotos, etc.).

A teoria da formação de rastros nas placas (“almofadas”) desenvolvida primeiramente por Lozowski e Strong (1978) e utilizadas aqui fornece um referencial pelo qual pode-se compreender a resposta das placas aos impactos de “pedras” de granizo. Esta resposta depende da dimensão da pedra, da energia cinética de impacto e do material que constitui a placa (“almofada”).

A calibração adequada das placas (“almofadas”) exigirá medidas dos rastros produzidos pelas esferas com uma ampla variedade de diâmetros. Um certo número de rastros deve ser realizadas com cada uma das esferas. Esta etapa do trabalho mostra que de dispersão natural na dimensão dos rastros constitui a principal fonte de erro ao aproximar os dados de calibração para uma função conhecida.

Finalmente, ressalta-se que de alguma forma deve-se padronizar a construção e o material utilizado na concepção das placas (“almofadas”), os procedimentos de redução de dados e a calibração. A utilização deste método exige uma série de suposições sobre as propriedades das “pedras” de granizo, mas há a convicção que mesmo que estas aproximações possam ser significativas para a qualidade dos dados obtidas a partir de uma placa (“almofada”) individual que eles não são tão importantes quando se avaliarmos os dados provenientes de um rede de sensores. Embora, a utilização de placas possam parecer bastante "simples" (Lozowski e Strong, 1978), há certamente muito a aprender sobre o método.

Referências Bibliográficas:

Böhm, Hannes P., 1989: A general equation for the terminal fall speed of solid hydrometeors. *J. Atmos. Sci.* 46(15) 2419-2427.

Long, Alexis B., Richard J. Matson, Edwin L. Crow, 1980: The Hailpad: Materials, Data Reduction and Calibration. NCAR Technical note August 1979.

Long, Alexis B., Richard J. Matson, Edwin L. Crow, 1980: The Hailpad: Materials, Data Reduction and Calibration. *J. Appl. Meteor.*, 19, 1300–1313.

Palencia, C., Amaya Castro, Dario Giaiotti, Fulvio Stel, Roberto Fraile. Dent Overlap in Hailpads: Error Estimation and Measurement Correction *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. Volume 50, Issue 5 (May 2011) pp. 1073-1087

Lozowski E. P., Strong G. S., 1978: On the calibration of Hailpads. *J. Appl. Meteor.*, 17, 521-528.

Schleusener, R. A., Jennings P. C., 1960: An energy method for relative estimates of hail intensity. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.* 41, 372-376.

Strong, G. S., 1974: The objective measurement of Alberta hailfall. M Sc. Thesis, Dept. Geography, University of Alberta, Edmonton, 185 pp.

Morgan, G. M. Jr., Towery, N. G., 1974: Micro-sacale studies of surface hailfall. Final Report on Subcontract NCAR 25-73 to University Corporation for Atmospheric Research. Illinois State Water Survey, Urbana, 35pp.

Joss, J., Waldvogel A., 1969: Raindrop size distribution and sampling size errors. *J. Atmos. Sci.*, 26, 672-681.

MANUAL DO INSTALADOR DOS HAILPADS DO PROJETO SOS- CHUVA

**Sistema de Observação e Previsão de Tempo
Severo – SOS – CHUVA**

(link: soschuva.cptec.inpe.br)



**Elaborado por: Me. Victor Hugo Pezzini de Meireles
Supervisão: Dr. Luiz Augusto de Toledo Machado
Dr. José Celso Thomaz Júnior
Elaborado em Outubro/2016**

APRESENTAÇÃO

Este manual tem por objetivo servir de guia para a instalação dos equipamentos que formam o sensor de detecção de granizo, que faz parte do projeto SOS-CHUVA.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	04
2. SENSOR DE DETECÇÃO DE GRANIZO (HAILPAD).....	04
3 PREENCHIMENTO DA ETIQUETA.....	07
4 INSTALAÇÃO.....	11
5 PREENCHIMENTO DA PLANILHA DE INSTALAÇÃO DAS PLACAS.....	13

1. INTRODUÇÃO

Caro instalador, este manual visa servir de guia para a instalação dos equipamentos que formam o sensor de detecção de granizo, denominado *hailpad* (nome em inglês que significa “almofada de granizo”). Aqui você encontrará informações de como instalar o *hailpad* de forma correta e como preencher corretamente as planilhas de identificação e de localização de cada um destes sensores. A compreensão deste manual e a sua colaboração são de fundamental importância no sucesso de uma das etapas do projeto SOS-CHUVA em que este sensor está envolvido. Assim, desde já, agradecemos o seu empenho e dedicação.

2. SENSOR DE DETECÇÃO DE GRANIZO (*HAILPAD*)

O sensor de detecção de granizo, denominado *hailpad*, é composto por uma placa de isopor macia com uma de suas faces embalada por papel alumínio e um suporte, onde a placa deverá ser fixada com o auxílio de um parafuso e uma porca. Este é um isopor especial, no qual o granizo ao cair da tempestade deixa marcas profundas proporcionais ao seu tamanho que posteriormente são medidas e calibradas em laboratório. Por a placa ser feita de um material macio é necessário ter atenção no seu manuseio, pois qualquer pressão feita sobre ela acarretará em uma marca tanto no papel alumínio quanto na própria placa, que poderá ocasionar em erros quando as medidas das pedras de granizo forem realizadas pelos pesquisadores. A presença do

papel alumínio sobre a placa é necessária para protegê-la da incidência dos raios solares. Os raios solares enrijecem o isopor, dificultando a medição das marcas que as pedras de granizo deixam no *hailpad*. Assim, **o papel alumínio não deve ser retirado da placa de isopor.**

Na parte posterior da placa de isopor está fixada uma etiqueta contendo algumas informações que deverão ser preenchidas pela pessoa que realizar a instalação do sensor, ou seja, o instalador. Mais adiante será explicado como deverá ser o preenchimento desta etiqueta. O suporte estará instalado no solo de forma que a parte que possui área retangular fique com um metro e cinquenta centímetros (1,5 m) de altura. O sensor deverá ser posicionado imediatamente acima dele (com a parte de papel alumínio voltada para cima), preso através de um parafuso e uma porca, o que evitará que a água penetre e acumule entre o sensor e o suporte e molhe a etiqueta.

A figura 1, a seguir, ilustra um exemplo do *hailpad* com a face embalada com o papel alumínio (figura 1a), a parte posterior do *hailpad* com a etiqueta (figura 1b) e em conjunto com o suporte já instalado (figura 1c).



(a)



(b)



(c)

Figura 1: Sensor de detecção de granizo (*hailpad*): (a) vista da frente da placa de detecção embalada com o papel alumínio, (b) a parte posterior do *hailpad* com a etiqueta de instalação, (c) conjunto placa de detecção e suporte instalados no chão.

3. PREENCHIMENTO DA ETIQUETA

A etiqueta fixada na parte posterior da placa (parte que não está embalada pelo papel alumínio) possui os seguintes campos:

- **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA**
- **DATA DA INSTALAÇÃO**
- **NOME DO VOLUNTÁRIO**
- **DATA/HORA DA RETIRADA**
- **MOTIVO DA RETIRADA.**

Destes campos apenas os dois primeiros serão preenchidos pelo instalador antes de realizar a instalação do sensor.

Assim, o primeiro campo da etiqueta (**IDENTIFICAÇÃO DA PLACA**) deverá ser preenchido por um número de 1 a 400 (quantidade total de placas) seguindo a sequência lógica: a primeira placa instalada será numerada com 1, a segunda placa instalada com 2 e assim por diante. As placas que não forem instaladas também deverão estar numeradas, pois estas serão entregues aos voluntários (que irão realizar a verificação e as trocas de placas). A numeração das placas é necessária para os pesquisadores terem controle sobre sua utilização e localização (que será explicado mais adiante), e, ainda, este número será utilizado na Ficha de Controle que os voluntários irão preencher.

O segundo campo da etiqueta, **DATA DA INSTALAÇÃO**, também deverá ser preenchido pelo instalador com a data em que o equipamento foi instalado. Esta informação também constará em uma planilha que será explicada mais adiante.

A figura 2, a seguir, ilustra dois exemplos da etiqueta: o primeiro (figura 2a) só com os campos a serem preenchidos e o segundo (figura 2b) com os campos com as informações que deverão ser preenchidas pelo instalador. É importante ressaltar

que o preenchimento da etiqueta fixada na placa deverá ser feito a caneta e com letra de forma legível para facilitar a leitura.

Atenção: tome muito cuidado ao preencher as informações da etiqueta de sua responsabilidade para **não apoiar em superfícies rugosas ou sobre as pernas a parte superior da placa de isopor coberta com papel alumínio**. Também tenha muito cuidado para **não fazer pressão sobre a placa ao preencher a etiqueta de identificação**. O ideal é que a placa esteja na posição vertical para o preenchimento da etiqueta, evitando contato da parte superior com qualquer superfície.

ETIQUETA NO HAILPADS

IDENTIFICAÇÃO DA PLACA: _____

DATA DA INSTALAÇÃO: _____

NOME DO VOLUNTÁRIO: _____

DATA/HORA DA RETIRADA: _____

MOTIVO DA RETIRADA: _____

(a)

ETIQUETA NO HAILPADS

IDENTIFICAÇÃO DA PLACA: 1

DATA DA INSTALAÇÃO: 05/09/2016

NOME DO VOLUNTÁRIO:

DATA/HORA DA RETIRADA:

MOTIVO DA RETIRADA: |

(b)

Figura 2: Exemplo da etiqueta fixada na placa: (a) Campos a serem preenchidos e (b) Campos com as informações preenchidas pelo instalador.

4. INSTALAÇÃO

Antes de proceder com a instalação do sensor de detecção de granizo a pessoa que irá realizar tal ação (instalador) deverá levar em conta a escolha do local onde o equipamento será alocado. Desta forma, o instalador deve selecionar um local adequado seguindo estas indicações:

- 1) Deve ser de fácil acesso;
- 2) Deve ser seguro de forma a evitar a depredação do instrumento;
- 3) Não deve estar próximo a obstáculos que possam interferir na incidência do granizo (por exemplo, não é recomendada a instalação do sensor próximo a muros, embaixo de árvores, junto a paredes de construções – o melhor local é em campo aberto);
- 4) Caso existam obstáculos no local selecionado para a instalação, o sensor deverá estar a uma distância mínima de duas vezes a altura do obstáculo. Por exemplo: se ao redor do local pré-selecionado para a instalação existir árvores de dois metros (2,0 m) de altura, a distância mínima necessária entre o local exato da instalação do sensor e estes obstáculos será de quatro metros (4,0 m).

Escolhido o local adequado para a instalação do sensor, será necessário fincar o suporte no solo ou cavar um buraco com uma profundidade tal que a área retangular

do suporte fique a uma altura de um metro e cinquenta centímetros (1,5m) do solo. A ponta da haste de metal que não possuir a área retangular em sua extremidade deverá ficar enterrada no solo. Deve-se prender firmemente o suporte ao solo para que o mesmo fique estável e não caia.

Após a instalação do suporte, devemos afixar neste suporte a placa de isopor coberta com alumínio. Antes disto, verifique se a etiqueta fixada na placa de isopor está com os dois primeiros campos devidamente preenchidos. A placa deve ser instalada com a parte revestida pelo papel alumínio posicionada para cima, voltada para o ambiente, sobre a área retangular do suporte. Já a outra face da placa, a parte posterior, é a que possui a etiqueta fixada e deverá ficar em contato com a área retangular do suporte.

A instalação da placa no suporte deverá ser realizada da seguinte maneira:

- 1) Cuidadosamente colocar a placa de isopor sobre a área retangular do suporte de forma que o parafuso do suporte passe pelas aberturas circulares presente na placa até que a mesma atinja a área retangular;
- 2) **ATENÇÃO:** a parte revestida pelo papel alumínio deverá ficar voltada para cima e, conseqüentemente, a parte onde a etiqueta (já com os dois primeiros campos preenchidos) está fixada ficará voltada para baixo;
- 3) Rosquear a porca na parte do parafuso que ficou acima da placa até que a porca atinja a placa. Deve-se ter cuidado na força empregada nesta ação, pois se a porca apertar muito a placa será difícil sua posterior retirada pelo voluntário para que possa ser realizada a troca do sensor. Além disto, há a chance de danificar a placa e,

consequentemente, sua inutilização na tomada de medidas das pedras de granizo que venham a incidir nela.

5. PREENCHIMENTO DA PLANILHA DE INSTALAÇÃO DAS PLACAS

Com as ações acima realizadas é necessário que o instalador do sensor de detecção de granizo preencha uma tabela com as seguintes informações:

- **NOME DO SÍTIO**
- **RESPONSÁVEL PELA INSTALAÇÃO**
- **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA**
- **LATITUDE (°S)**
- **LONGITUDE (°W)**
- **DATA INSTALAÇÃO.**

A seguir, é exibida a figura 3 com a tabela que deverá ser preenchida pelo instalador.

O primeiro campo, **NOME DO SÍTIO**, é a cidade onde o sensor foi instalado, por exemplo: Campinas, Cosmópolis, Piracicaba, Jaguariúna, etc. O segundo campo, **RESPONSÁVEL PELA INSTALAÇÃO**, deverá ser preenchido com o nome da pessoa que realizou a instalação do sensor. O campo seguinte, **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA**, deverá ser preenchido com o mesmo número que consta na etiqueta. Os próximos campos, **LATITUDE (°S)** e **LONGITUDE (°W)**, representam as

coordenadas em que o equipamento foi instalado. Estas informações podem ser obtidas a partir de qualquer aplicativo de geolocalização disponível para *download* em celulares, tais como: Foursquare, Kekanto. É importante que estes aplicativos já estejam instalados no celular do instalador antes dele ir aos locais para fazer as instalações dos equipamentos. Por fim, o último campo é o **DATA INSTALAÇÃO** que deverá ser preenchido com a data em que foi realizada a instalação do equipamento. Novamente, é necessário ter atenção no preenchimento deste campo, pois esta data deverá coincidir com a data inserida na etiqueta da placa (preenchida também pelo instalador).

Estas informações são de grande importância para controle geral das placas bem como para os pesquisadores participantes desta etapa do projeto SOS-CHUVA, portanto, pede-se que tenha atenção no preenchimento destas informações.

INSTALAÇÃO DAS PLACAS (HAILPADS)						
Nº	NOME DO SÍTIO	RESPONSÁVEL POR INSTALAÇÃO	IDENTIFICAÇÃO DA PLACA	LATITUDE (° S)	LONGITUDE (° W)	DATA INSTALAÇÃO
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						

Figura 3: Tabela a ser preenchida pelo instalador.

Qualquer dúvida a respeito deste manual pode ser enviada para o aluno de Doutorado em Meteorologia do CPTEC/INPE Victor Meireles através do e-mail victor.meireles@cptec.inpe.br ou victorpezles@gmail.com ou pelo número de celular (12) 99153-4924 (operadora TIM), inclusive através do aplicativo *Whatsapp*.

Novamente, os pesquisadores envolvidos no estudo da ocorrência do granizo associados ao projeto SOS-CHUVA gostariam de agradecer as pessoas que fizeram a instalação dos sensores de detecção de granizo pela sua dedicação, empenho e colaboração para que a pesquisa científica voltada para a previsão imediata do tempo.

MANUAL DO VOLUNTÁRIO DOS HAILPADS DO PROJETO SOS-CHUVA

Sistema de **O**bservação e Previsão de Tempo Severo – **SOS - CHUVA**

(link: soschuva.cptec.inpe.br)



Elaborado por: Me. Victor Hugo Pezzini de Meireles

Supervisão: Dr. Luiz Augusto de Toledo Machado

Dr. José Celso Thomaz Júnior

Elaborado em Outubro/2016

APRESENTAÇÃO

Este manual tem por objetivo servir de guia na criação de uma rotina para que o voluntário possa manusear o sensor de detecção de granizo (*hailpad*), solucionar dúvidas que por ventura venham a surgir e contribuir para o desenvolvimento da pesquisa em previsão imediata de tempo severo com enfoque no granizo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	04
2. RESUMO DO PROJETO SOS-CHUVA.....	05
3. SENSOR DE DETECÇÃO DE GRANIZO (<i>HAILPAD</i>).....	06
3.1 ARMAZENAMENTO DOS <i>HAILPADS</i>.....	10
3.2 VERIFICAÇÃO ROTINEIRA DO <i>HAILPAD</i>.....	12
3.3 TROCA DO <i>HAILPAD</i>.....	12
3.4 PREENCHIMENTO DA ETIQUETA.....	14
3.5 PREENCHIMENTO DA FICHA DE CONTROLE.....	18
3.6 CONTATOS COM OS PESQUISADORES DO INPE.....	25
3.7 RETIRADA DOS <i>HAILPADS</i> USADOS.....	26

1. INTRODUÇÃO

Caro voluntário, este manual visa servir de guia na criação de uma rotina de trabalho em relação ao sensor de detecção de granizo (*hailpad*) que facilite a sua interação com o mesmo, auxilie em dúvidas que por ventura venham a surgir no decorrer de sua participação no projeto SOS-CHUVA.

A compreensão deste manual e sua colaboração são de fundamental importância no sucesso de uma das etapas do projeto SOS-CHUVA em que este sensor está envolvido. Assim, desde já, agradecemos a sua participação e dedicação.

A seguir será apresentado um breve resumo do projeto SOS-CHUVA, e informações sobre o *hailpad*, tais como: um descritivo deste sensor, seu armazenamento, verificação rotineira, troca do *hailpad*, preenchimento da etiqueta do sensor e da ficha de controle, contatos com os pesquisadores envolvidos, retirada dos *hailpads* utilizados.

2. RESUMO DO PROJETO SOS-CHUVA

O projeto SOS-CHUVA (soschuva.cptec.inpe.br) realiza pesquisa em previsão imediata de tempestades com base no conhecimento adquirido sobre as propriedades físicas das nuvens no projeto temático CHUVA (2010 – 2015). A base desta pesquisa é o radar de dupla polarização que irá operar em Campinas/SP nos próximos 24 meses para capturar eventos intensos de precipitação que forneçam as bases para o estudo dos processos físicos no interior das nuvens visando aprimorar a previsibilidade em curto prazo, a detecção da severidade e a estimativa da precipitação com radar e satélite em alta resolução temporal e espacial. De forma inédita esse projeto irá instalar os detectores de granizo (*hailpads*) em diversos locais da Região Metropolitana de Campinas para criar uma base de dados que forneça informações não somente sobre a ocorrência de granizo, mas também sobre seu tamanho. Ainda, o projeto visa desenvolver o SIGMA – SOS, um sistema de informações geográficas que irá integrar os dados medidos bem como as previsões em curto prazo e os avisos meteorológicos.

3. SENSOR DE DETECÇÃO DE GRANIZO (*HAILPAD*)

O sensor de detecção de granizo, denominado *hailpad* (nome em inglês, que significa “almofada de granizo”), é composto por uma placa de isopor macia embalada por papel alumínio e um suporte, onde a placa deverá ser fixada. A presença do papel alumínio sobre a placa é necessária para protegê-la da incidência dos raios solares. Os raios solares enrijecem o isopor dificultando a medição das marcas que as pedras de granizo deixam no *hailpad*. Assim, **o papel alumínio não deve ser retirado da placa de isopor**. Na parte posterior da placa de isopor está fixada uma etiqueta contendo algumas informações que deverão ser preenchidas pelo voluntário quando da retirada ou troca dos *hailpads* que estão sob sua responsabilidade. Mais adiante será explicado como deverá ser realizado o preenchimento desta etiqueta. O suporte estará instalado no solo ficando a um metro e cinquenta centímetros (1,5m) de altura com o sensor posicionado imediatamente acima dele (com a parte de papel alumínio voltada para cima), preso através de um parafuso e uma porca.

A figura 1, a seguir, ilustra um exemplo do *hailpad* com a face embalada com o papel alumínio (figura 1a), a parte posterior do *hailpad* com a etiqueta (figura 1b) e em conjunto com o suporte já instalado no solo (figura 1c).



(a)



(b)



(c)

Figura 1: Sensor de detecção de granizo (*hailpad*): (a) somente a placa de detecção, parte embalada com o papel alumínio, (b) a parte posterior do *hailpad* com a etiqueta, (c) conjunto placa de detecção e suporte instalados.

Nos itens a seguir serão descritos os processos de armazenamento, verificação rotineira e troca do *hailpad*, e também como preencher a

etiqueta e a ficha de controle, como obter contatos com os pesquisadores envolvidos, e a retirada dos *hailpads* já utilizados na campanha.

3.1 ARMAZENAMENTO DOS *HAILPADS*

Caro voluntário, cada local de instalação dos *hailpads*, denominado de sítio, que você estará responsável, possuirá um (1) sensor de detecção de granizo já instalado. Você irá receber uma caixa contendo outras quatro (4) placas e cinco (5) fichas de controle que estarão sob sua responsabilidade. Como os materiais que compõe as placas são bastante sensíveis, deve-se ter atenção em relação ao seu armazenamento e manuseio, pois o impacto de qualquer objeto na face embalada com o papel alumínio poderá deixar uma marca e, posteriormente, acarretará em um erro de medida por parte dos pesquisadores envolvidos. Assim, pede-se que não coloque qualquer objeto acima das caixas que possa fazer pressão e danificar os *hailpads*.

As fichas de controle deverão ser preenchidas com as informações nelas solicitadas, conforme será explicado no item 3.5, adiante. Uma destas fichas deverá ser utilizada para preencher as informações referentes à placa previamente instalada, enquanto que as outras quatro fichas restantes serão utilizadas para as quatro placas dentro da caixa. Assim sendo, uma ficha de

controle para cada placa. O preenchimento correto destas fichas é muito importante para que os pesquisadores possam comparar os dados ali descritos com aqueles oriundos do radar e com informações meteorológicas.

Quando a placa instalada for impactada pelas pedras de granizo ou sofrer algum dano de outra natureza (que deixe marcas no papel alumínio e na placa de isopor que este material reveste), será necessário realizar a substituição da placa instalada por uma nova, que estará na caixa que você recebeu. A placa que será substituída e a sua ficha de controle devidamente preenchida deverão ser armazenadas na mesma caixa que contém as placas ainda não utilizadas. Para que não ocorra confusão entre a placa já utilizada e as novas, pede-se que a ficha de controle preenchida seja fixada na parte posterior do *hailpad* já utilizado a que ela se refere, logo abaixo da etiqueta, com uma fita adesiva.

ATENÇÃO: tome cuidado para não apoiar em superfícies rugosas a parte superior da placa de isopor coberta com alumínio. Também tenha muito cuidado para não fazer pressão sobre a placa ao preencher a etiqueta de identificação. O ideal é a placa ser preenchida na posição vertical, assim como a fixação da ficha, evitando contato da parte superior da placa com qualquer superfície.

3.2 VERIFICAÇÃO ROTINEIRA DO *HAILPAD*

Voluntário, como o *hailpad* instalado no sítio estará exposto a diversos fatores que possam ocasionar marcas no sensor (por exemplo, a ocorrência de granizo, ninhos de pássaros, atos de vandalismo, entre outros), necessita-se de verificações rotineiras ao equipamento. Para tal, pede-se que visitas rotineiras sejam realizadas ao sítio onde o equipamento está instalado. É sugerido, se possível, visitas regulares, ou realizar pelo menos uma visita por semana. As visitas rotineiras ao equipamento são necessárias para que eventuais problemas possam ser detectados antes da ocorrência da precipitação (chuva) acompanhada da queda de granizo e a sua detecção pela placa não seja contaminada ou comprometida. Além das visitas rotineiras é de extrema importância que uma visita seja realizada ao sítio após a ocorrência de chuvas a fim de se verificar se houve a ocorrência de granizo e se há a necessidade de trocar o *hailpad*.

3.3 TROCA DO *HAILPAD*

Como dito anteriormente, nos casos de ocorrência de granizo ou de qualquer outro dano à placa, será necessário realizar a substituição do

hailpad e isto será feito por você, voluntário. Desta forma, após a verificação de dano ao sensor, para realizar a troca deve-se:

- 1) Desrosquear e retirar a porca que prende o sensor ao parafuso;
- 2) Cuidadosamente retirar a placa do parafuso;
- 3) Preencher os campos da etiqueta que está fixada na parte posterior da placa e da ficha de controle referente a ela;
- 4) Preencher a etiqueta da nova placa que será instalada;
- 5) Minuciosamente instalar a nova placa com o parafuso passando pela abertura circular no meio do sensor;
- 6) Rosquear a porca para fixação da placa no suporte.

Nos itens 3 e 4 preencha os campos da etiqueta e da ficha de controle com caneta e com letra de forma legível para que os dados ali contidos não sejam apagados e possam ser entendidos pelos pesquisadores. No último item, tenha atenção na força empregada para rosquear a porca, pois se ela estiver muito apertada será difícil sua posterior retirada e a repetição deste processo quando a placa for novamente substituída. Além disto, há a chance de danificar a placa e, conseqüentemente, sua inutilização na tomada de medidas das pedras de granizo que incidiram no sensor. Empregue uma força para prender a placa no sensor de forma que a mesma

fique bem fixada e não permita a entrada de água entre o sensor e a placa, pois isto poderá alterar a densidade do isopor, manchar a etiqueta com a cor da caneta que foi utilizada em seu preenchimento prévio.

3.4 PREENCHIMENTO DA ETIQUETA

A etiqueta fixada na parte posterior da placa (parte que não está embalada pelo papel alumínio) possuiu os seguintes campos a serem preenchidos:

- **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA**
- **DATA DA INSTALAÇÃO**
- **NOME DO VOLUNTÁRIO**
- **DATA/HORA DA RETIRADA**
- **MOTIVO DA RETIRADA**

A figura 2, a seguir, ilustra um exemplo da etiqueta. É importante ressaltar que o preenchimento da etiqueta do *hailpad* deverá ser feito a caneta e com letra de forma legível para facilitar a leitura.

ETIQUETA NO HAILPADS

IDENTIFICAÇÃO DA PLACA: _____

DATA DA INSTALAÇÃO: _____

NOME DO VOLUNTÁRIO: _____

DATA/HORA DA RETIRADA: _____

MOTIVO DA RETIRADA: _____

Figura 2: Campos a serem preenchidos na etiqueta do *hailpad*.

O primeiro campo da etiqueta, **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA**, estará preenchido com um número que varia de 1 a 400, que é a quantidade total de placas que serão utilizadas nesta fase do estudo. Este número é importante não ser alterado, pois será utilizado para o controle das placas, para que os pesquisadores possam saber onde as placas estão instaladas. Ainda, este número será utilizado na ficha de controle para que outras informações possam ser fornecidas sobre a placa.

O segundo campo, **DATA DA INSTALAÇÃO**, da etiqueta do *hailpad* deve ser preenchido com o dia em que a placa foi instalada. No caso da primeira placa, já instalada pela equipe de instalação do Projeto SOS-CHUVA, este campo já estará preenchido com o dia em que aquela primeira placa foi instalada pela equipe. A partir da instalação da segunda

placa, realizada pelo voluntário, o mesmo deverá se atentar para preencher este campo com o dia da instalação antes de fixar a placa no suporte, uma vez que a parte posterior da placa (onde a etiqueta encontra-se) ficará voltada para o suporte.

O próximo campo, **NOME DO VOLUNTÁRIO**, deverá ser preenchido com o nome do voluntário que realizar a troca das placas no *hailpad* que estiver sendo substituído.

O quarto campo, **DATA/HORA DA RETIRADA**, deverá ser preenchido com a informação do dia e hora em que foi realizada a retirada ou troca da placa de isopor. A informação do horário deverá ser de acordo com o horário oficial de Brasília. Como o estado de São Paulo segue este horário como seu padrão, será a hora normal que seu relógio ou celular estiver marcando, inclusive quando estiver no horário de verão.

O último campo, **MOTIVO DA RETIRADA**, deverá conter as informações, de forma resumida, que acarretaram a troca da placa instalada bem como o horário em que houve a ocorrência do evento do granizo. Por exemplo, são motivos para realizar a troca dos *hailpads*: a ocorrência de granizo, danos causados por ninhos de pássaros, vandalismo ao equipamento. Se a troca do sensor for devido à ocorrência do granizo, é de suma importância que o horário do evento do granizo conste neste campo.

Caso o voluntário não saiba o horário exato de quando ocorreu este evento, ele poderá estimar. Por exemplo, o voluntário não sabe o horário exato em que houve o evento de granizo na localidade onde o sensor de sua responsabilidade está instalado, mas estima que o evento ocorreu entre às 16h até às 18h devido a neste horário ter ocorrido chuva forte junto com raios. A informação do horário de ocorrência do evento de granizo é imprescindível constar neste campo da etiqueta da placa que foi retirada, pois será utilizada para posteriores análises com os dados do radar e outras informações meteorológicas. Lembre-se que a informação do horário (seja ele preciso ou uma estimativa em relação a ocorrência do evento de granizo) deverá ser de acordo com o horário oficial de Brasília, da mesma forma que no item anterior.

Este campo também constará na Ficha de Controle, onde será possível descrever de uma forma mais aprofundada o motivo que ocasionou a troca das placas.

ATENÇÃO: tome cuidado para não apoiar em superfícies rugosas a parte superior da placa de isopor coberta com alumínio. Também tenha muito cuidado para não fazer pressão sobre a placa ao preencher a etiqueta de identificação. O ideal é a placa ser preenchida na posição vertical evitando contato da parte superior da placa com qualquer superfície.

A figura 3, a seguir, exibe um exemplo de uma etiqueta do *hailpad* preenchida.

ETIQUETA NO HAILPADS

IDENTIFICAÇÃO DA PLACA: 1

DATA DA INSTALAÇÃO: 05/09/2016

NOME DO VOLUNTÁRIO: JOSÉ DA SILVA

DATA/HORA DA RETIRADA: 09/09/2016 – 19:45H

MOTIVO DA RETIRADA: CHUVA COM GRANIZO ÀS 16:37H

Figura 3: Exemplo da etiqueta do *hailpad* preenchida.

3.5 PREENCHIMENTO DA FICHA DE CONTROLE

A Ficha de Controle constitui-se de uma folha que deverá ter seus campos preenchidos quando a retirada da placa ocorrer. É importante lembrar que a placa de isopor não deverá servir de apoio para que o preenchimento desta ficha seja realizado, pois esta ação poderá danificar o material sensível e contaminar os registros da ocorrência do granizo da placa. Os campos que formam a ficha de controle são:

- **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA**

- **DATA DA INSTALAÇÃO**
- **NOME DO VOLUNTÁRIO**
- **TELEFONE, E-MAIL**
- **PLACAS SEM USO ARMAZENADAS COM O VOLUNTÁRIO**
- **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA NOVA (SUBSTITUTA)**
- **DATA/HORA DA RETIRADA**
- **MOTIVO DA RETIRADA.**

Após o preenchimento de todos estes campos a Ficha de Controle deverá ser fixada na parte posterior da placa de isopor, abaixo da etiqueta, com uma fita adesiva. Um exemplo dos campos desta Ficha é mostrado na figura 4, a seguir.

FICHA DE CONTROLE DE HAILPADS

IDENTIFICAÇÃO DA PLACA: _____

DATA DA INSTALAÇÃO: _____

NOME DO VOLUNTÁRIO: _____

TELEFONE: (____) _____

E-MAIL: _____

PLACAS SEM USO ARMAZENADAS COM O VOLUNTÁRIO:

IDENTIFICAÇÃO DA PLACA NOVA (SUBSTITUTA): _____

DATA/HORA DA RETIRADA: _____

MOTIVO	DA	RETIRADA:

Figura 4: Campos a serem preenchidos da Ficha de Controle do *hailpad*.

O primeiro campo, **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA**, é o mesmo que consta na etiqueta que está fixada na parte posterior da placa de isopor. Logo, bastará copiar o número que estiver na etiqueta para este campo da ficha de controle. Lembrando que estes números irão variar de 1 a 400, que é o total de placas utilizadas nesta fase do estudo.

O segundo campo, **DATA DA INSTALAÇÃO**, também constará na etiqueta e deverá ser preenchido com o dia em que a placa foi instalada. Assim, bastará que o voluntário copie esta data da etiqueta para a ficha de controle a que aquele sensor se refere.

Em seguida, estarão os campos que correspondem à identificação do voluntário: **NOME DO VOLUNTÁRIO, TELEFONE, E-MAIL**. Estes deverão ser preenchidos com as informações solicitadas para contínua atualização dos contatos, facilitar o contato entre os pesquisadores e o voluntário.

O campo seguinte, **PLACAS SEM USO ARMAZENADAS COM O VOLUNTÁRIO**, deverá ser preenchido com os números que constam nas etiquetas das placas novas restantes dentro da caixa.

O próximo campo, **IDENTIFICAÇÃO DA PLACA NOVA (SUBSTITUTA)**, deverá ser preenchido com o número referente à placa que foi instalada no lugar daquela que está sendo retirada. Este número deverá ser o mesmo que consta na etiqueta de identificação da nova placa. Assim, tenha bastante atenção no preenchimento deste campo para que não ocorram diferenças entre os campos da Etiqueta da nova placa e da Ficha de Controle.

No campo **DATA/HORA DA RETIRADA**, assim como neste campo da etiqueta do *hailpad*, deverá constar a informação do dia e hora em que foi realizada a retirada ou troca da placa de isopor. Portanto, tenha atenção no preenchimento destes campos para que suas informações coincidam. A informação do horário deverá ser de acordo com o horário oficial de Brasília. Como o estado de São Paulo segue este horário como seu padrão, será a hora normal que seu relógio ou celular estiver marcando, inclusive quando estiver no horário de verão.

O campo **MOTIVO DA RETIRADA**, presente também na etiqueta fixada na placa, porém na Ficha de Controle é destinado a uma descrição com maiores detalhes sobre o motivo que ocasionou a substituição da placa. Assim, deverá conter as informações que levaram a troca da placa de isopor (a ocorrência de granizo, danos causados por ninhos de pássaros, vandalismo ao equipamento, etc). Se a troca do sensor for devido à ocorrência do granizo, é de suma importância que o horário do evento do granizo conste neste campo e que coincida com a informação da etiqueta. Caso o voluntário não saiba o horário exato de quando ocorreu o evento, ele poderá estimar. Por exemplo, o voluntário não sabe o horário exato em que houve o evento de granizo na localidade onde o sensor de sua responsabilidade está instalado, mas estima que o evento de granizo ocorreu entre às 16h até às 18h, devido a neste horário ter ocorrido chuva

forte acompanhada de raios. A informação do horário de ocorrência do evento de granizo é imprescindível constar neste, pois será utilizada para posteriores análises com os dados do radar e outras informações meteorológicas. Lembre-se que a informação do horário (seja ele preciso ou uma estimativa em relação à ocorrência do evento de granizo) deverá ser de acordo com o horário oficial de Brasília. Ainda neste campo, o voluntário pode descrever, por exemplo, que havia granizos no solo próximo ao sensor, que ocorreu chuva acompanhada de ventos fortes por um determinado tempo, entre outras observações que ache relevante.

A figura 5, a seguir, exibe um exemplo de uma ficha de controle preenchida.

FICHA DE CONTROLE DE HAILPADS

IDENTIFICAÇÃO DA PLACA: 1,

DATA DA INSTALAÇÃO: 05/09/2016

NOME DO VOLUNTÁRIO: JOSÉ DA SILVA

TELEFONE: (14) 99999 - 9999

E-MAIL: JOSE.SILVA@GMAIL.COM

PLACAS SEM USO ARMAZENADAS COM O VOLUNTÁRIO: 2; 3; 4; 5

IDENTIFICAÇÃO DA PLACA NOVA (SUBSTITUTA): 2

DATA/HORA DA RETIRADA: 09/09/2016 - 19:45H

MOTIVO DA RETIRADA: CHUVA COM GRANIZO AS 16:37H. FOI OBSERVADO VENTO E CHUVA FORTES NA ÁREA DA UNICAMP. APÓS A CHUVA REALIZEI A VISITA AO LOCAL ONDE A PLACA ESTÁ INSTALADA E NOTEI A PRESENÇA DE GRANIZO NO CHÃO AO REDOR DA PLACA. TAMBÉM HÁ NOTÍCIAS DA OCORRÊNCIA DE GRANIZO EM BAIROS PRÓXIMOS A UNICAMP QUE OCASIONARAM ACUMULADOS SIGNIFICATIVOS NAS RUAS. NA PLACA HAVIA DIVERSAS MARCAS E POR ISSO FOI REALIZADA A TROCA.

Figura 5: Exemplo da ficha de controle do *hailpad* preenchida.

3.6 CONTATOS COM OS PESQUISADORES DO PROJETO SOS-CHUVA

É importante que seja mantido um contato permanente entre alguns pesquisadores envolvidos no projeto SOS-CHUVA (na parte relacionada à ocorrência de granizo) e os voluntários, para que possa haver uma relação de confiança mútua entre as partes a fim de auxiliar na rápida resolução de dúvidas. Desta forma, haverá um cadastro de informações dos voluntários (como nome, contatos de telefone e e-mail) bem como os contatos do aluno de doutorado do CPTEC/INPE Victor Meireles serão disponibilizados a todos os voluntários para que seja possível uma rápida comunicação entre as partes. Como o projeto SOS-CHUVA terá uma longa duração (24 meses) poderão ocorrer mudanças em números de telefones, contatos de e-mails, assim este é motivo destes dados constarem na Ficha de Controle e que deverão ser preenchidos corretamente.

Abaixo seguem os contatos do aluno Victor Meireles:

E-mail: victor.meireles@cptec.inpe.br / victorpezles@gmail.com

Celular: (12)99153 – 4924 (Operadora TIM)

Caso o voluntário queira, poderá entrar em contato com o aluno Victor Meireles através do aplicativo para celular *Whatsapp*.

3.7 RETIRADA DOS *HAILPADS* USADOS

Com a constante comunicação entre os voluntários e os pesquisadores ligados a parte da ocorrência do granizo do projeto SOS-CHUVA poderá ser determinada uma estratégia para que os *hailpads* já utilizados possam ser retirados e novos entregues aos voluntários. Assim, quando a segunda placa (pertencente a caixa com 4 placas que o voluntário terá sob sua responsabilidade) for instalada será organizada a ida de um dos pesquisadores deste projeto a um local previamente combinado com os voluntários para que a troca possa ser efetuada sem que haja qualquer prejuízo à campanha de detecção da ocorrência de granizo por o voluntário não ter mais placas para realizar a substituição.

Novamente, os pesquisadores envolvidos no estudo da ocorrência do granizo associados ao projeto SOS-CHUVA gostariam de agradecer aos voluntários pela sua dedicação, empenho e colaboração para que a pesquisa científica em nosso país possa progredir.