

Avaliação da Chuva de Granizo no Riacho São Gonçalo, Inserido na Sub-Bacia Puiú, no Sertão dos Inhamuns

Evaluation of Rain Hail on São Gonçalo Stream Located in Puiú Sub-Basin in Inhamuns Backwoods

Cristiane e Castro Feitosa Meloⁱ
Universidade Estadual do Ceará
Ceará, Brasil

Maria Lucia Brito da Cruzⁱⁱ
Universidade Estadual do Ceará
Ceará, Brasil

Resumo: O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a chuva de granizo, após um ano de baixo índice pluviométrico, na área do riacho São Gonçalo, localizado na sub-bacia Puiú, no sertão dos Inhamuns. A precipitação média, dentro das suas condições originais, sofreu uma mudança expressiva, em que houve um aumento de seus valores, e as chuvas que vêm ocorrendo no Ceará se devem à presença de um sistema meteorológico denominado Vórtice Ciclônico de Altos Níveis, que ocorre com maior frequência de dezembro a fevereiro. No entanto, a ocorrência de granizo é devido à formação de nuvens do tipo cumulonimbus, que se desenvolvem verticalmente. Sob o ponto de vista metodológico, adotou-se a concepção sistêmica, em que foi iniciada com a observação *in loco* do nível de chuva, por meio da marcação do pluviômetro instalado nas casas de moradores, na área do riacho São Gonçalo. A coleta da precipitação, de dezembro de 2013 e janeiro de 2014, para as análises climáticas, teve seus valores comparados aos limites determinados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), evidenciando que a análise diária das chuvas como componente ambiental é de fundamental importância para indicar o nível de precipitação na área e como forma de gerar expectativa ao agricultor.

Palavras-chave: chuva de granizo, índice pluviométrico, sertão dos Inhamuns.

Abstract: The main objective of this work was to evaluate the rain hail, after one year of low pluviosity on São Gonçalo stream located in Puiú sub-basin in Inhamuns backwoods. Average rain fall under its original conditions had a significant change and rains currently occurring in Ceará are due to the presence of a meteorological system known as Upper Level Cyclonic Vortex, which is more frequent in December to February. However, the occurrence of hail derives from the formation of cumulonimbus clouds that develop vertically. From the meteorological stand point, a systemic conception was adopted upon on-site observation of rainfall level measured by a pluviometer installed in dwellers' houses in São Gonçalo stream area. Rainfall value indicators collected in December

ⁱ Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará. cristianefeitosa@hotmail.com

ⁱⁱ Professora doutora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE). mlbcruz@gmail.com

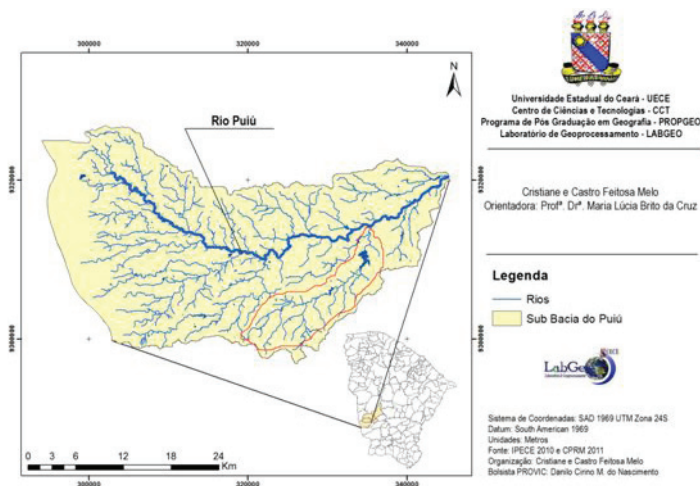
2013 and January 2014 for weather analyses have been compared to limits determined by Ceará Foundation of Meteorology and Water Resources (FUNCEME), thus showing that the daily analysis of rains, as an environmental component, is critically important to indicate pluviosity in the area, while generating the farmer's expectations.

Keywords: rain hail, rainfall, Inhamuns backwoods.

Introdução

Este trabalho aborda a chuva de granizo ocorrida na área do riacho São Gonçalo, inserido na sub-bacia Puiú, localizada na porção sudoeste do estado do Ceará, no sertão dos Inhamuns, uma das microrregiões do Estado brasileiro, pertencente à mesorregião Sertões Cearenses (IBGE, 2010), destacada no mapa a seguir (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da área do riacho São Gonçalo na sub-bacia Puiú



1 - Mapa de localização da área do riacho São Gonçalo na sub-bacia Puiú.

Fonte: LABGEO/UECE (2014).

Trata-se de uma extensão no semiárido em que ocorreu, no dia 5 de janeiro de 2014, uma chuva de granizo, devido à formação de nuvens do tipo cumulonimbus, que se desenvolvem verticalmente até grandes altitudes, tendo fundamental importância para o estudo da dinâmica do meio físico.

As condições climáticas da área, clima quente e seco, com a soma de ventos fortes, pancadas de chuva, trovões, relâmpagos e a chuva de granizo, apresentaram modificações na temperatura e no clima, que levaram medo para a população, que não está acostumada com esse tipo de fenômeno.

Contribuindo para a explicação da chuva de granizo na área em estudo, e a partir da observação *in loco*, esta pesquisa tem como principal objetivo avaliar o clima e a tem-

peratura e realizar o levantamento da precipitação após um ano de observação na área, comparando com os registros de anos chuvosos da área do sertão dos Inhamuns. Para isso foram descritos os processos da instalação de pluviômetros nas casas de moradores, mostrando as fases relacionadas às interações ambientais no que se refere à precipitação, à análise climática, bem como ao nível de precipitação, como forma de gerar expectativa ao agricultor.

Referencial Teórico

A avaliação da chuva de granizo na área do riacho São Gonçalo foi realizada adotando-se uma abordagem sistêmica, utilizando-se de várias formas de conjugar conceitos de diversas ciências, fundamentando as concepções metodológicas apresentadas por Moura (2008), Nimer (1989) e Mello (2005). Para tanto, abordou-se da maneira mais consistente possível à aplicação da Geografia Física, no levantamento de dados climáticos e territoriais para descrever a precipitação média, que antes se apresentava baixa. No entanto, dentro das suas condições originais, o clima sofreu uma mudança expressiva.

De acordo com Mello (2015), a análise das condições hidroclimatológicas da área estudada é imprescindível para a percepção dos diversos processos atuantes na superfície territorial, uma vez que parte significativa desses processos sofre influência dos fatores climáticos e hidrológicos, ao mesmo tempo em que exerce grande influência sobre a disponibilidade da água.

Os sistemas atmosféricos da região Nordeste atuam principalmente nas áreas equatoriais de baixa latitude, provocando, habitualmente, estabilidade atmosférica no período do inverno e da primavera e causando instabilidade no período sazonal do verão e do outono, com a ocorrência de chuvas concentradas no quadrimestre de fevereiro-março-abril-maio (MOURA, 2008).

Por ter sua área localizada na porção sudoeste do estado do Ceará, a sub-bacia do Puiú, está inserida na condição de clima semiárido predominante no estado do Ceará, que, por sua vez, segundo Nimer (1989), está intrinsecamente relacionado aos princípios básicos de circulação atmosférica no Nordeste. Tais sistemas atmosféricos são responsáveis pelas condições climáticas da área em estudo, tendo como principais massas de ar atuantes a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Massa Equatorial Atlântica (mEa).

Segundo Mello (2005), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) pode ser definida como uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul. É o principal sistema sinóptico responsável pela quadra chuvosa, que atinge sua posição máxima no hemisfério sul, por volta do equinócio, retornando ao hemisfério norte em maio, quando há diminuição do período chuvoso.

A ZCIT está inserida numa região onde ocorre a interação de características marcantes atmosféricas e oceânicas: 1) zona de confluência dos Alísios (ZCA); 2) zona do cavado equatorial; 3) zona de máxima temperatura da superfície do mar; 4) zona de máxima convergência de massa; e 5) zona da banda de máxima cobertura de nuvens convectivas, todas interagindo próximas à faixa equatorial. (FUNCEME, 2009)

Pode-se considerar que a convergência dos ventos faz com que o ar quente e úmido ascenda, carregando umidade do oceano para os altos níveis da atmosfera, ocorrendo a formação das nuvens.

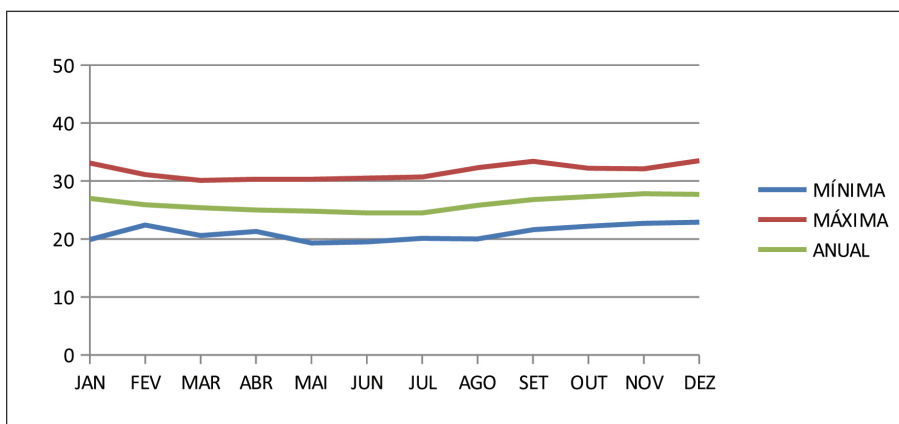
No verão do hemisfério sul, a ZCIT está mais próxima do Equador, alcançando em março posição extrema meridional, pelo maior resfriamento do polo Ártico. Nesta dinâmica, o centro de ação do Atlântico, responsável pelo bom tempo neste hemisfério, alcança sua máxima pressão em julho, no inverno, e a mínima em janeiro, no verão. Assim, de fevereiro a maio, a ZCIT é responsável pela ocorrência da estação chuvosa no Nordeste. E nos demais meses ocorre o período de estiagem pelo domínio do centro de ação do Atlântico, representado pela mEa. Essa massa compõe-se de duas correntes: uma inferior, fresca e úmida, por ser ar polar velho e da evaporação do oceano; e outra superior, quente e seca, em virtude da forte inversão de temperatura que a separa da superficial.

Para Nimer (1989), havendo a elevação e o enfraquecimento da descontinuidade térmica entre as correntes, ambas ascendem de maneira rápida. Com isso, a corrente úmida e fresca resfria-se, seguindo gradiente adiabático úmido; e a outra, quente e seca, segue o adiabático seco. Como resultante, tem-se a ocorrência de fortes chuvas no litoral, pela queda da temperatura em altitude e forte instabilidade. Enquanto isso, no interior ocorre a estiagem durante o inverno, quando o alísio é mais frequentemente resfriado, caracterizando fortes secas, no popular, um “mau inverno”.

Por outro lado, segundo Nimer (ibidem), quando no verão ocorrem intensas e contínuas passagens da Frente Polar Atlântica (FPA) no sul do Brasil, e também nos E.U.A., o anticiclone quente dos Açores é descontínuo, provocando mudanças atmosféricas no Nordeste, trazendo fortes chuvas, período denominado popularmente como “bom inverno”.

De acordo com a média do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 1966-2014), o comportamento térmico em interação com as características das massas de ar, para o setor em estudo, apresenta as seguintes características básicas (Gráfico 1):

Gráfico 1 – Temperaturas médias anuais



Fonte: INMET (1966-2014).

Conforme o gráfico, as temperaturas máximas ficam entre 30,1 °C e 33,5 °C, e as mínimas, entre 19,3 °C a 22,9 °C, com médias anuais de 24,5 °C a 27,8 °C, resultando em elevada amplitude térmica diuturna, em torno de 10,6 °C, sentida por meio da diferença brusca de temperaturas diurno-noturnas.

Ao longo do ano, ocorre pequena variação para a amplitude térmica, em torno de 3 °C. Assim, as condições térmicas relacionadas à sub-bacia do Puiú caracterizam-se por considerável estabilidade ao longo do ano.

Os fenômenos de isolamento, evaporação e umidade relativa do ar estão inseridos na dinâmica térmica, e todo o conjunto é inter-relacionado com as dinâmicas de chuva.

O riacho São Gonçalo, inserido na sub-bacia do Puiú, está localizado na sua totalidade no denominado Polígono das Secas e apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas. Na maior parte do ano, ocorre forte insolação, causando uma rápida evaporação da água dos rios, açudes e lagoas, deixando-os secos durante a maior parte do ano.

Os trabalhadores da zona rural de Parambu, como todos os trabalhadores que lidam com a agricultura, são muitos ligados ao clima, pois o período de broca dos roçados, as queimadas, o plantio e a colheita estão diretamente relacionados às mudanças do clima. (SOUSA, 1999)

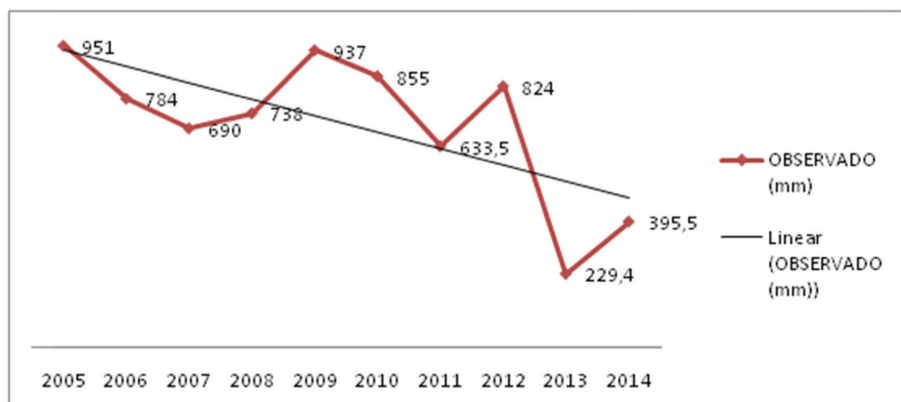
A insolação apresenta valores médios expressivos, fundamentados pelo efeito da latitude, em razão de a área de estudo estar entre as latitudes onde os raios solares caem verticalmente durante 86 dias consecutivos no solstício, e também pelo movimento aparente do sol pelo zênite, reduzindo a velocidade em relação ao Equador. Segundo Barry e Chorley (1988), essa dinâmica torna os dias mais longos nos trópicos e causa zonas de máximo aquecimento.

Tubelis e Nascimento (1987) concluem que, em geral, quanto maior a temperatura, maior é a capacidade do ar em reter vapor d'água. Neste contexto, a variação da umidade relativa é inversa à temperatura e está associada à dinâmica diuturna de temperaturas elevadas, registradas durante o dia, e amenizações ao longo da noite, sendo esta favorecida pela elevada evaporação e evapotranspiração, com presença de cobertura vegetal rala, de caráter caducifólio, característica da caatinga, formação vegetal predominante na área observada.

Para a análise das condições pluviométricas da área foram utilizados dados fornecidos pela FUNCEME, sistematizados com o intuito de elaborar informações sobre as condições pluviométricas do riacho São Gonçalo, localizado na sub-bacia do Puiú, no Alto Jaguaribe. Foi trabalhado o posto voluntário de São Gonçalo no município de Parambu.

Para a análise das condições pluviométricas anuais da área dos últimos dez anos foram utilizados de dados fornecidos pela FUNCEME (2014) e sistematizados com o intuito de elaborar informações sobre as condições pluviométricas do riacho São Gonçalo e seus afluentes (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Média anual de chuvas



Fonte: FUNCEME (2014).

O gráfico das médias anuais da FUNCEME (ibidem) mostra que na área em estudo, o comportamento pluviométrico apresenta baixos níveis anuais, em que os anos 2004 e 2008 foram os que apresentaram os melhores índices para a estação chuvosa, com 951mm e 937mm, respectivamente. A partir do ano de 2009, com 855mm, ocorreram índices decrescentes, no qual se registrou queda acentuada no ano de 2012, ficando com 229,4mm. Sendo esse o ano menos chuvoso, deixando claro o caráter bastante irregular da dinâmica pluviométrica.

Pela dinâmica atmosférica na região em estudo, o comportamento pluviométrico apresenta baixos níveis anuais, detectando-se estação chuvosa de janeiro a maio, com índices crescentes a partir de fevereiro, maior concentração entre março e abril, quando os valores registrados são de 156mm e 130mm, respectivamente.

A partir do mês de maio registra-se queda acentuada, e os índices mais expressivos estão concentrados no quadrimestre de julho a outubro, ficando setembro com 2,4mm, para o mês menos chuvoso no período. No mês de novembro registra-se subida gradativa de chuva, dessa forma deixando em destaque o caráter bastante irregular da dinâmica pluviométrica.

De acordo com a FUNCEME (ibidem), as chuvas que vêm ocorrendo no Ceará se devem à presença de um sistema meteorológico denominado Vórtice Ciclônico de Altos Níveis, que ocorre com maior frequência em dezembro, janeiro e fevereiro. Agora a ocorrência de granizo é devido à formação de nuvens do tipo cumulonimbus, que se desenvolvem verticalmente até grandes altitudes.

Segundo Pozzebon (2012), a designação cumulonimbus (Cb) resulta da união das palavras latinas *cumulus*, que significa “acúmulo”, e *nimbus*, que significa “nuvem”. Nas regiões tropicais da Terra, como na Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a maior parte da precipitação (chuva) provém desse tipo de nuvem. Elas também apresentam um papel importante no ciclo energético e na circulação global da atmosfera, uma vez que são muito eficientes no transporte de vapor, temperatura potencial equivalente e poluentes entre diferentes níveis da troposfera, e mesmo da baixa estratosfera. Elas também

afetam o saldo do balanço radiativo da troposfera. Além disso, influenciam a qualidade do ar e a química de precipitação. São facilmente encontradas na região tropical sobre os continentes, na faixa equatorial na ZCIT, e internamente na faixa de nuvens das frentes frias, e em sua retaguarda.

A cumulonimbus ou *cumulonimbus* é um tipo de nuvem de desenvolvimento vertical que é densa, atinge grandes altitudes e está associada a eventos meteorológicos extremos, como raios e pancadas de chuva (POZZEBON, 2012). Sendo nuvens de fácil reconhecimento, tanto pela sua forma quanto pelo seu tamanho, são formadas quando há muita instabilidade atmosférica e podem aparecer sozinhas, em aglomerados ou associadas às frentes frias. Essas nuvens geralmente surgem do desenvolvimento dos cumulus, e seu máximo desenvolvimento origina uma supercélula, um evento meteorológico extremo com características especiais. São alimentadas por fenômenos de convecção muito vigorosos, com ventos fortes. Na base, são formadas por gotículas de água, mas nas zonas mais elevadas da “bigorna” são constituídas de cristais de gelo. Podem estar associadas a todas as formas de precipitação forte, incluindo grandes gotículas de chuva, neve ou granizo. Uma trovoadá é basicamente uma nuvem cumulonimbus capaz de produzir ventos fortes e tempestuosos, raios, trovões e mesmo, por vezes, violentos tornados.

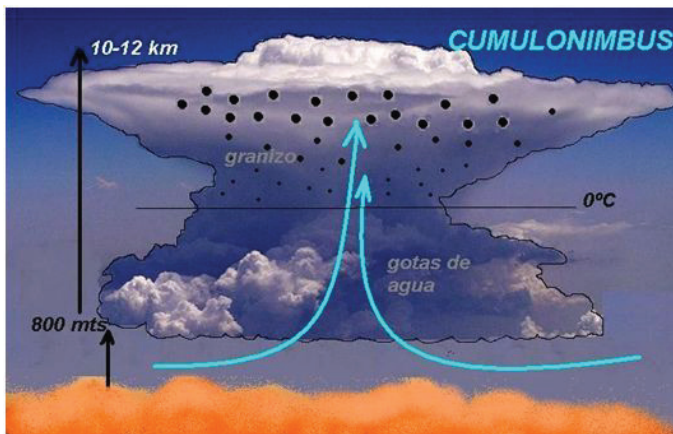
Para Pozzebon (ibidem), a “bigorna” (*anvil* em inglês) é uma formação na parte mais alta da nuvem que consiste numa camada plana. Essa camada geralmente situa-se a 10 mil metros de altitude, mas em casos extremos pode atingir 23 mil metros em relação ao solo. Em nuvens desenvolvidas, essa “bigorna” forma um domo criado por ventos da alta atmosfera. Esse domo muitas vezes precede a base da nuvem e causa “relâmpagos da bigorna”, relâmpagos que acontecem antes de a base da nuvem chegar. Às vezes o ar ascendente faz com que a nuvem cresça acima do domo da nuvem. Se esse domo durar mais que dez minutos, é uma indicação de que a tempestade será severa.

Em relação a essa nuvem, todas as outras parecem pequenas. Por causa de sua grande espessura e densidade, sua aparência na base é bastante escura, principalmente quando estão bem desenvolvidas. A atividade elétrica no interior da nuvem é elevada, resultando em grandes quantidades de raios. Nuvens que surgem sozinhas geralmente causam uma precipitação rápida e têm um ciclo de vida de trinta a quarenta minutos. Mas grupos de nuvens associadas às frentes frias podem causar tempestades por centenas de quilômetros.

Os cumulonimbus estão diretamente associados a alguns dos fenômenos climáticos que causam danos graves nas cidades e no campo, dos quais o mais comum são as enchentes, visto que a precipitação ocorre em um curto espaço de tempo, mas com um grande volume, e as chuvas de granizo.

O granizo nada mais é do que uma pedra de gelo formada dentro dessas nuvens, muito compactas e altas. Pinto (2007) explica que dentro dessas nuvens o ar úmido, resultante da evaporação de água da superfície, está sempre se movimentando de cima para baixo e causa a formação de gotículas de água em baixa temperatura. À medida que a nuvem sobe na atmosfera, a temperatura fica mais baixa $-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ a cada 100 metros. Sendo assim, essas nuvens normalmente atingem temperaturas abaixo de zero, e, com isso, as gotas de água tendem a congelar na nuvem e aumentam de tamanho com seu movimento de sobe e desce. Isso faz com que surja a descida sucessiva de novas camadas de água e a junção de pedras de gelo, que caem quando atingem determinado peso (Figura 2).

Figura 2 – A formação de nuvens do tipo cumulonimbus e a ocorrência de granizo



2 - A formação de nuvens do tipo Cumulonimbus e a ocorrência de granizo.

Fonte: Arquivo da autora (2014).

O tamanho das “pedras” aumenta de acordo com a quantidade de água formada na nuvem e a maior ou menor atividade de movimentação, mas, de modo geral, as áreas atingidas por granizo não são extensas, variando entre 1 a 10 km². Para o autor:

a agricultura é uma das principais vítimas do granizo, onde áreas de fruticultura os danos podem ser muito grandes, quando ocorre o desfolhamento total das plantas com ferimentos severos nos frutos. E em áreas habitadas os danos, também, podem ser grandes, dependendo do tamanho das pedras, quando são atingidos prédios, veículos ou mesmo pessoas. Há casos raros de pedras com mais de meio quilo. (PINTO, 2007)

Segundo Pinto (ibidem), a ocorrência de chuva de granizo é mais frequente nas regiões tropicais ou subtropicais. No Brasil, são observadas “chuvas de pedras” mais frequentes nas áreas montanhosas de São Paulo e de Santa Catarina, onde se cultivam frutas de clima frio. No entanto, ele alerta que não há estatísticas confiáveis sobre o assunto.

Mais recentemente, no dia 5 de janeiro de 2014, uma chuva de granizo atingiu a área do riacho São Gonçalo após a formação de nuvens do tipo cumulonimbus. (FIGURAS 3 e 4). Esse tipo de chuva, estudada desde que o grego Aristóteles escreveu a obra *Meteorologia*, por volta de 340 a.C., só ocorre quando o clima oferece condições muito específicas. A principal delas são as temidas nuvens de tempestades fortes, que, além de granizo e chuva forte, trazem também ventanias e relâmpagos.

Figuras 3 e 4 – A formação de nuvens do tipo cumulonimbus na área do riacho São Gonçalo



3 e 4: A formação de nuvens do tipo Cumulonimbus na área do riacho São
Fonte: Pesquisa de campo (Janeiro de 2014).

Uma característica dessas nuvens é conter correntes de ar subindo e descendo a velocidades entre 50 e 100 quilômetros por hora. Segundo a meteorologista Dias (2011), o ar quente empurra para cima as gotinhas de água que formam a nuvem. Elas se chocam com outras partículas e vão aumentando de tamanho. Ao atingirem a altura aproximada de 5 quilômetros, na qual a temperatura é abaixo de zero, essas gotas congelam e formam pequenas pedras, que tendem a cair. O meteorologista Seluchi (2011) diz que essas pedras só conseguem atingir o solo se tiverem tamanho suficiente para vencer a força do ar quente que as impulsiona de volta para o alto. Enquanto isso não acontece, elas continuam subindo e descendo dentro da nuvem, juntando-se a outras gotas de água e cristais de gelo até quando ficam pesados o suficiente para descer.

Felizmente, a maioria das pedras de granizo não supera o tamanho de uma ervilha, e muitas delas nem chegam ao solo, e se o tempo estiver quente, a pedrinha derrete na atmosfera e cai já como chuva.

De acordo com Ratier (2010), nuvens de granizo precisam de calor e umidade para se formar; com tempo normal, o ar quente, mais leve que o frio, sobe e carrega o vapor de água da atmosfera. A um quilômetro do chão, o vapor se resfria e forma as finíssimas gotas que compõem uma nuvem. Nessas condições de clima, a nuvem não cresce muito e provoca, no máximo, uma garoa, no entanto, o oposto ocorre quando o clima está bem quente e úmido, fazendo grandes massas de ar cheias de vapor subir. Ao esfriar, elas dão origem a enormes nuvens de tempestade em forma de bigorna, as chamadas cumulonimbus, que atingem altitudes de até 15 quilômetros e podem trazer tormentas fortes, incluindo granizo. Dentro da nuvem, a pedra de granizo vai ganhando peso até cair. É importante salientar que granizo não é gelo puro, logo, enquanto ganha tamanho, a pedra atravessa várias vezes a barreira de 0 °C e, por mudar de estado, é formada por camadas intercaladas de água líquida e cristais de gelo.

Procedimentos Metodológicos

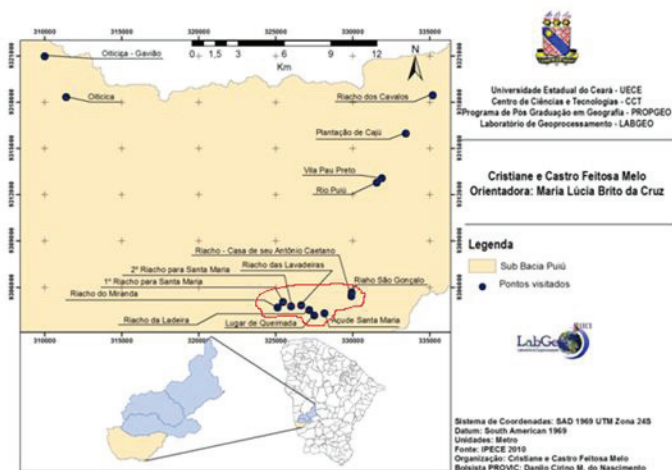
A pesquisa na área do riacho São Gonçalo, inserido na sub-bacia Puiú, teve início em janeiro de 2013 com a instalação de pluviômetros em plástico rígido de 130ml em várias áreas rurais, em que residentes ficaram responsáveis para observar e anotar as

precipitações da área. As informações adquiridas por meio do material recolhido e com visitas *in loco* permitiram o conhecimento dos principais índices pluviométricos de janeiro de 2013 a janeiro de 2014.

Definição dos Locais Visitados para Pesquisa

Após um ano de observação, foram determinadas áreas para coletas de amostras pluviométricas. Foram instalados nove pluviômetros em torno da área estudada, sendo todos em área aberta, sem vegetação nas proximidades, em localidades designadas devido à ausência de chuva observada e percebida *in loco*. Os pontos de coleta foram selecionados tendo em vista representar locais que abrangessem a área sul da sub-bacia Puiú, destacados a seguir: riacho São Gonçalo, açude Santa Maria, riacho da Ladeira, riacho das Lavadeiras e riacho do Miranda (Figura 5).

Figura 5 – Mapa de localização das áreas para coletas de amostras pluviométricas



5 - Mapa de localização das áreas para coletas de amostras pluviométricas.

Fonte: LABGEO/UECE (2014).

Instalação e Uso do Pluviômetro

Todos os pluviômetros foram instalados em uma estaca ou poste a uma altura do solo de 1,5m e com a boca cinco centímetros acima da escada de fixação, sendo fixado ao poste com dois parafusos adequados, de maneira a permitir sua fácil retirada. Sua instalação foi a uma distância de 15m de outros obstáculos, tais como árvores, casas, construções e outros (Figuras 6 e 7).

A leitura e as anotações da quantidade de água marcada foram realizadas todos os dias, depois das chuvas que ocorriam durante manhãs e tardes, marcando no mapa o

volume pluviométrico diário durante todo o ano. Após cada anotação, os pluviômetros foram retirados do suporte, esvaziados e recolocados no lugar.

No final do ano, as anotações do mapa foram guardadas para análise, acompanhamento e comparação nos anos seguintes. Esse procedimento de armazenamento é de suma importância, pois com a coleta de outros anos pôde-se ter uma melhor comparação do comportamento pluviométrico.

Figuras 6 e 7 – Instalação e uso do pluviômetro



6 e 7 - Instalação e uso do pluviômetro.
Fonte: Pesquisa de campo (janeiro de 2014).

Coleta de Amostra da Chuva de Granizo

Na área do riacho São Gonçalo, no dia 5 de janeiro de 2014, o céu estava um pouco nublado, e entre 15h30min e 16h o tempo estava muito quente e abafado. Nesse período veio um vento forte de nordeste (NE) para sudoeste (SO) com uma chuva intensa de 17,5mm e um aumento de calor. Em seguida, começou uma chuva de granizo, com “pedras” que variaram de 1mm a 10mm e que perdurou por dez minutos, tempo suficiente para quebrar várias telhas das casas dos moradores da área (Figuras 8 e 9).

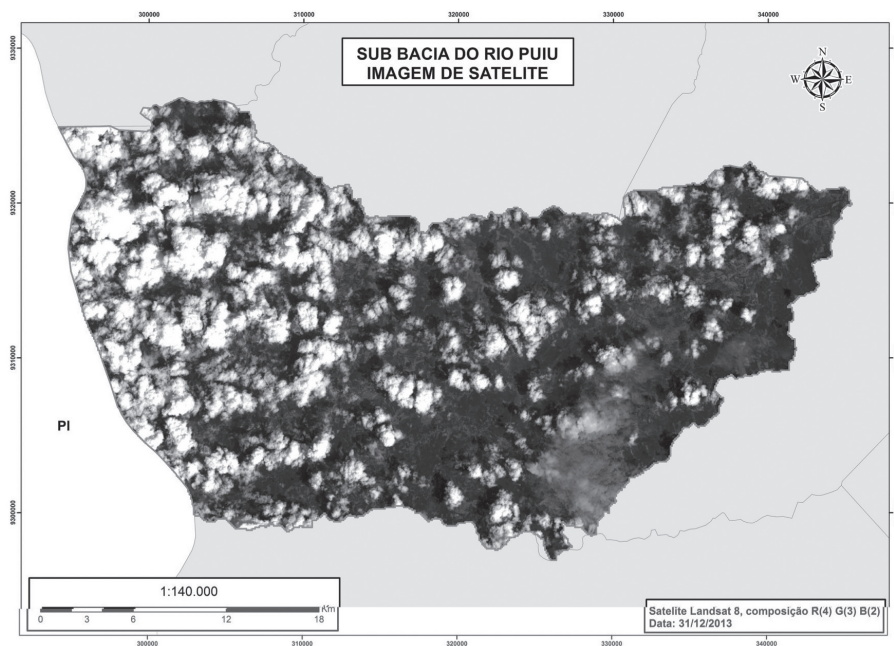
Figuras 8 e 9 – Pedras de granizo no chão da casa com telhas quebradas e na mão do morador



8 e 9 - Pedras de granizo no chão da casa com telhas quebradas e na mão do morador.
Fonte: Pesquisa de campo (5 de janeiro de 2014, às 15h45min).

A imagem de satélite a seguir refuta as características do comportamento climático e pluviométrico na área, focando na grande formação de nuvens cinco dias antes da chuva de granizo (Figura 10).

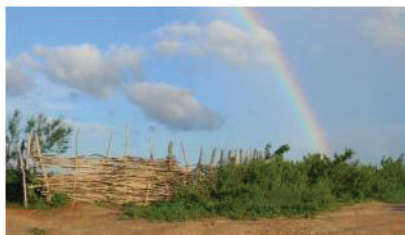
Figura 10 – Imagem de satélite que retrata as características do comportamento climático e pluviométrico. Data da imagem: 31/12/2013



- Imagem de satélite que retrata as características do comportamento climático e pluviométrico. Data da Imagem 31/12/2013 Fonte: LABGEO/Satélite Landsat 8, composição R (4) G (3) B (2).

Após esse fato, continuou uma chuva fraca de 5mm, com vento no sentido de nordeste (NE) para sudoeste (SO), com neblina forte e, em seguida, o aparecimento do arco-íris no NE (Figura 11).

Figura 11 – Aparecimento do arco-íris após a chuva de granizo



11 - Aparecimento do arco-íris após a chuva de granizo.

Fonte: Pesquisa de campo (5 de janeiro de 2014).

De acordo com Pozzebon (2012), esse fenômeno óptico e meteorológico aparece quando a luz branca do sol é interceptada por gotas d'água da atmosfera. Parte da luz é refratada para dentro da gota, refletida no seu interior e novamente refratada para fora da gota. A luz branca é uma mistura de várias cores, e quando esta atravessa uma superfície líquida, no caso, a gota da chuva ou sólida (transparente), a refração faz aparecer o espectro de cores: violeta, anil (ou índigo), azul, verde, amarelo, laranja e vermelho.

Segundo o Instituto de Física da Universidade de São Paulo (2013), “quando a luz do sol atravessa um trecho de chuva, ela é refletida e refratada no interior das gotas e devolvida em várias cores ao ambiente”, no entanto o arco-íris não existe realmente. Para Hussein (2013), do Departamento de Física Experimental do IFUSP, “ele é uma ilusão de óptica cuja posição aparente depende da posição do observador”, ou seja, todas as gotas de chuva refratam e refletem a luz do sol da mesma forma, mas somente a luz de algumas delas chega ao olho do observador.

Na região dos Inhamuns, área caracterizada pelo clima quente, seco e escassez de chuva, esse fenômeno da chuva de granizo foi considerado “fora do comum”.

Resultados e Discussão

O reconhecimento e estudo das variações de clima e do volume pluviométrico da área do riacho São Gonçalo inserido na bacia do Alto Jaguaribe parte da possibilidade de fortalecer estudos voltados às condições naturais como indicador ambiental, ensinando e incentivando os moradores da área rural quanto ao uso e manejo dos instrumentos necessários para medir a precipitação da área e observar os recursos naturais, ficando responsáveis pela observação e anotação de qualquer variação climática. Tenta-se, portanto, por meio da descrição dos resultados das condições climáticas, compreender o quadro meteorológico que se apresentou até o mês de janeiro de 2014.

As precipitações identificadas na área possuem uma tipologia bastante estável no contexto dos sistemas atmosféricos, dando expressiva predominância ao clima semiárido na área em estudo, dotados de propriedades e características bastante singulares, típicos desse clima.

Verificou-se um fenômeno climático distribuído por todo o curso do riacho São Gonçalo devido às chuvas que vêm ocorrendo no Ceará e que se devem à presença de

um sistema meteorológico denominado Vórtice Ciclônico de Altos Níveis, que ocorre com maior frequência em dezembro, janeiro e fevereiro. Ressalta-se que estudo relacionado à precipitação pluviométrica torna-se de extrema importância, principalmente para atividades relacionadas à agricultura e pecuária.

A área do riacho São Gonçalo passou por algumas alterações ocorridas em consequência da chuva de granizo, que ocorreu no seu ambiente físico, acarretando prejuízos na atividade agropastoril. Essa chuva de granizo ocasionou, entre outros impactos, a queima da folhagem da sua cobertura vegetal, principalmente em área de plantio de milho e feijão, e na atividade relacionada à prática pastoril, criação de ovinos, houve um surto de gripe com morte em 48h.

A identificação de um sistema meteorológico denominado Vórtice Ciclônico de Altos Níveis, que ocorre na área de estudo, é descrita considerando sua interação com os demais componentes geoambientais, associados à dinâmica das ações de processos físicos que influenciam, sobretudo, na configuração das condições relacionadas às chuvas que vêm ocorrendo no Ceará. Devido à formação de nuvens do tipo cumulonimbus, que se desenvolvem verticalmente até grandes altitudes, na área do riacho São Gonçalo, a principal consequência foi a ocorrência de granizo.

Índices Pluviométricos

A área em estudo tende a apresentar condições semiáridas bem mais rigorosas, o que implica no baixo índice pluviométrico e na diminuição de água disponível durante o ano. Após realizar uma observação *in loco*, foi identificado o índice pluviométrico por meio do material recolhido de pluviômetros instalados em várias áreas rurais.

De acordo com a coleta de dezembro de 2013 e janeiro de 2014, as precipitações mostraram-se muito baixas, conforme listadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Precipitação, dezembro de 2013

Local	Sub-bacia Puiú
Dia	Chuva Diária (mm)
19	5
20	45

Fonte: Pesquisa de campo (dezembro de 2013).

Tabela 2 – Precipitação, janeiro de 2014

Local	Sub-bacia Puiú
Dia	Chuva Diária (mm)
5	17,5
7	7
20	12

Fonte: Pesquisa de campo (janeiro de 2014).

Destaque para o dia 5/1/2014 com ocorrência de granizo

Como mostram as tabelas, foram abordados *apenas* os dias em que se teve precipitação na área, pois os dias nos quais não constam houve ausência de chuva. Pois, na área do semiárido, enquanto pode haver ocorrências de pouco ou nenhuma chuva, há índice pluviométrico diário que pode ultrapassar os 40mm.

Considerações Finais

O conhecimento dos sistemas meteorológicos de uma área compõe a base do indicador ambiental à sustentabilidade como planificação do desenvolvimento que visa criar melhores condições e bem-estar para os homens. A verificação dos principais índices pluviométricos, por meio da instalação de pluviômetros em várias áreas rurais, em que residentes ficavam responsáveis para observar e anotar as precipitações da área, evidenciou que essa técnica é a mais adequada para ser conduzida, interferindo nas atividades agropastoril na área do riacho São Gonçalo e seus afluentes.

Há chuva de granizo após a formação de nuvens do tipo cumulonimbus que se desenvolvem verticalmente até grandes altitudes, em área localizada no denominado Polígono das Secas, que apresenta um regime pluviométrico marcado por extrema irregularidade de chuvas, ou seja, na maior parte do ano ocorre forte insolação, causando uma rápida evaporação da água dos rios, açudes e lagoas, deixando-os secos durante a maior parte do ano. Onde antes ocorria escassez de chuva para a produção agrícola, há agora alterações na vegetação, decorrentes do impacto do gelo na folhagem da cobertura vegetal e umidade do solo, que gerou gripe nos ovinos. O resultado obtido na área em estudo é justificado devido à técnica de observação meteorológica estar sendo aplicada em curto prazo na área em estudo.

A avaliação da chuva de granizo foi verificada em relação à formação de nuvens do tipo cumulonimbus. As frequentes correntes de ar elevam o vapor de água condensado às maiores altitudes, passando acima da linha isotérmica, que é de 0 °C. Desta forma, essas gotículas congelam até terem peso suficiente para cair. Dependendo de certas condições, as pedras de gelo podem ser tão pequenas que chegam a cair no solo já na forma líquida, mas quando essas pedras de gelo são maiores, elas conseguem atingir o solo.

Para esse levantamento partiu-se do pressuposto básico de que o clima quente e seco, característica da região dos Inhamuns, com a soma de ventos fortes, pancadas de chuva, trovões e relâmpagos, levou medo para a população, que não está acostumada com esse tipo de fenômeno, reação esta coletada por meio de entrevistas com as testemunhas do acontecimento.

Sugere-se fazer vários pontos de observação junto à população da área em estudo, para fins de observação e anotações, cujo conhecimento tem um grande potencial lucrativo na atividade agropastoril. Vale salientar que as anotações do mapa pluviométrico são importantes e deverão ser guardadas para acompanhamento e comparação nos anos seguintes.

Referências Bibliográficas

ARQUIVO da autora. Documentos, fotografias e desenhos do período de 1975 a 2015 dos sertões do Ceará. Fortaleza, 2014.

BARRY, R. G.; CHORLEY, R. *Atmosfera, Tiempo y Clima*. 4.ed. Barcelona: Ediciones, 1988. 150p.

BRASIL/IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Localização das microrregiões do estado brasileiro*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

BRASIL/INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. *Temperaturas Médias Anuais do Estado do Ceará de 1966-2014*. Fortaleza: INMET, 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

CEARÁ/FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. *Base de Dados Pluviométricos*. Fortaleza: FUNCEME, 2014. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

_____. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. *Precipitação Pluviométrica do Município de Parambu*. Fortaleza: FUNCEME, 2014. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

DIAS, M. A. S. *Características da chuva de granizo*. São Paulo: Editora USP, 2011.

HUSSEIN, M. S. *Espalhamento de arco-íris entre partículas atômicas e nucleares*. Instituto de Física da Universidade de São Paulo: Departamento de Física Experimental, 2013. Disponível em: <<http://portal.if.usp.br/fep/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

MELO, C. C. F. *Práticas produtivas e de conservação ambiental no reordenamento territorial do Alto Jaguaribe – Ceará*. Fortaleza, 2014. 320p. Tese (Doutorado) Curso de Geografia – Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenamento de Territórios de Regiões Semiáridas e Litorâneas. Universidade Estadual do Ceará.

MELLO, N. G. S. da. Principais sistemas atmosféricos sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, [s. l.], v.1, n.1, p.15-28. 2005.

MOURA, M. O. *O clima de Fortaleza sob o nível do campo térmico*. [S. l.], 2008. 319p. (Dissertação de Mestrado) – UFC.

NIMER, E. Circulação atmosférica do Nordeste e suas consequências – o fenômeno das secas. In: _____. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, p.33-42.

PINTO, H. S. *A chuva de granizo*. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Campinas: UNICAMP; CEPAGRI, 2007.

POZZEBON, J. *Fenômenos meteorológicos*. Grupo de Física. Ensino de Ciência e Meteorologia. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2012.

RATIER, R. *Como ocorrem as chuvas de granizo*. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. Campinas: UNICAMP; CEPAGRI, 2010.

SELUCHI, M. *Chuva de granizo*. São Paulo: INPE, 2011.

SOUSA, G. V. C. *Descobrimo e construindo Parambu*. Fortaleza: Fundação Demócrito Rocha, 1999.

TM/LANDSAT 8. *Imagem orbital analógica pancromática*. Órbita 217. Ponto 62. Composição R (4) G (3) B (2). Data da imagem: 31 de dezembro de 2013. Escala 1.140.000. Fortaleza: LABGEO, 2015. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 22 out. 2015.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. Umidade do ar. In: ____; _____ *Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras*. São Paulo: Nobel, 1987, p.94-5.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ. *Laboratório de Geoprocessamento*. Fortaleza: UECE, 2014.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Departamento de Física Experimental*. São Paulo: USP, 2013. Disponível em: <<http://portal.if.usp.br/fep/>>. Acesso em: 30 jan. 2014.

Recebido em: 6/9/2014

Aceito em: 15/10/2014

