

---

# MITIGAÇÃO DA DESINFORMAÇÃO SOBRE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM: O PAPEL DO PROJETO INFORAIO

## MITIGATING MISINFORMATION ABOUT ATMOSPHERIC DISCHARGES IN THE METROPOLITAN REGION OF BELÉM: THE ROLE OF THE INFORAIO PROJECT

Submissão:  
21/03/2025  
Aceite:  
11/08/2025

Raimundo Vitor Santos Pereira <sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-3745-1617>  
Ludmila Monteiro da Silva <sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-0584-511X>  
Edilane Rosária Bezerra Negrão <sup>3</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7534-4209>  
Aline Maria Meiguins de Lima <sup>4</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-0594-0187>  
Paulo Afonso Fischer Kuhn <sup>5</sup>  <https://orcid.org/0000-0001-7155-4340>  
Francisco de Oliveira Souza <sup>6</sup>  <https://orcid.org/0009-0003-1522-746X>

### Resumo

A alta incidência de descargas atmosféricas na Região Metropolitana de Belém (RMB) representa um risco significativo, exigindo a disseminação de informações. Este estudo analisa a percepção da população urbana e rural da RMB sobre descargas atmosféricas, utilizando dados coletados pelo projeto de extensão INFORAIO, vinculado à Universidade Federal do Pará (UFPA). Foram aplicados questionários presenciais e online, alcançando 642 participantes, com o objetivo de avaliar o conhecimento popular sobre raios, relâmpagos e trovões, bem como as medidas de segurança adotadas durante tempestades. Os resultados evidenciam fraco entendimento dos fenômenos, especialmente em comunidades rurais, onde a vulnerabilidade socioeconômica agrava os impactos desses fenômenos. O projeto INFORAIO revelou-se uma importante ferramenta na mitigação da desinformação, promovendo ações educativas em escolas e utilizando mídias sociais para ampliar o alcance das informações. Conclui-se que iniciativas de divulgação científica, como o INFORAIO, são fundamentais para conscientização da população associados às descargas atmosféricas na RMB.

**Palavras-chaves:** Projeto de extensão; População; Eletricidade Atmosférica; INFORAIO

<sup>1</sup> Mestrando em Meteorologia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE [vitorspereira2010@gmail.com](mailto:vitorspereira2010@gmail.com)

<sup>2</sup> Professora da Universidade Federal do Pará - UFPA [ludmila@ufpa.br](mailto:ludmila@ufpa.br)

<sup>3</sup> Mestre em Clima e Ambiente pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA [edilanerbnegrao@gmail.com](mailto:edilanerbnegrao@gmail.com)

<sup>4</sup> Professora da Universidade Federal do Pará - UFPA [ameiguins@ufpa.br](mailto:ameiguins@ufpa.br)

<sup>5</sup> Professor da Universidade Federal do Pará - UFPA [pkuhn@ufpa.br](mailto:pkuhn@ufpa.br)

<sup>6</sup> Professor da Universidade Federal do Pará - UFPA [franciscogeof@gmail.com](mailto:franciscogeof@gmail.com)

## Abstract

The high incidence of atmospheric discharges in the Metropolitan Region of Belém (RMB) poses a significant risk, requiring the dissemination of information. This study analyzes the perception of the urban and rural population of the RMB regarding atmospheric discharges, using data collected by the INFORAIO outreach project, affiliated with the Federal University of Pará (UFPA). In-person and *online* questionnaires were administered, reaching 642 participants, aiming to assess public knowledge about lightning, flashes, and thunder, as well as the safety measures adopted during storms. The results highlight a weak understanding of the phenomena, especially in rural communities, where socioeconomic vulnerability exacerbates its impacts. The INFORAIO project has proven to be an important tool in mitigating misinformation, promoting educational initiatives in schools, and using social media to expand the reach of information. It is concluded that scientific outreach initiatives, such as INFORAIO, are essential for raising public awareness regarding atmospheric discharges in the RMB.

**Keywords:** Extension Project; Population; Atmospheric Electricity; INFORAIO

## Introdução

As regiões tropicais abrangem as maiores florestas do mundo, como a Amazônia, que possui um papel importante no ciclo hidrológico, na redistribuição de energia no planeta e na circulação atmosférica global (Schmengler, 2021). A região amazônica possui elementos meteorológicos propícios à formação de nuvens, por meio do processo conhecido como convecção (transferência de calor para a atmosfera) durante o ano todo (Silva, 2014). A formação de tempestades depende de três fatores principais: a disponibilidade de vapor d'água na atmosfera em quantidade suficiente, a diferença de temperatura entre as camadas do ar, que deixa o tempo mais instável, e a distribuição uniforme da temperatura em certas alturas, o que cria condições especiais para o desenvolvimento dessas instabilidades (Rakov e Uman., 2003). Na Amazônia, 80% dos eventos de chuva estão associados a convecção profunda, caracterizada por movimentos verticais intensos que transportam calor e umidade desde a superfície até os níveis mais altos da troposfera. Esses processos estão geralmente associados à formação de nuvens do tipo cumulonimbus (Cb), responsáveis pelos maiores acumulados de precipitação na região. Esse tipo de nuvem se estende por toda troposfera, e possui um grande desenvolvimento vertical, com seu topo pode chegar até 20 km em regiões tropicais, obtendo núcleos que alcançam até -80 °C, que podem ser observados por uma imagem de satélite no canal infravermelho (Tanaka, 2014; Fu *et al.*, 1999).

Associadas ao processo de convecção profunda, as descargas atmosféricas (comumente conhecidas como raios, trovões e relâmpagos), representam fenômenos naturais de grande intensidade que possuem dinâmicas climáticas próprias (Naccarato, 2006; Uman, 2001). Por exemplo, o raio é uma descar-

ga elétrica natural que ocorre na atmosfera, que necessita ter conexão entre duas regiões (ex: superfície e nuvem) para definitivamente ser considerado um raio, enquanto o relâmpago é a emissão visível de luz gerada pela descarga elétrica durante uma tempestade; já o trovão é o som produzido pelo rápido aquecimento e expansão do ar ao longo do caminho percorrido pela descarga elétrica (Pinto Junior, 2008; Silva e Machado, 2016). As descargas atmosféricas estão associadas a nuvem do tipo cumulonimbus, sendo responsável pelos fenômenos mais intensos e extremos na atmosfera (Cooray *et al.*, 2009).

O Brasil é o país com maior incidência de raios no mundo, por ser o país com maior extensão geográfica da região tropical do planeta, além de possuir condições climáticas favoráveis à formação de tempestades (Albuquerque, 2018; Pompeu, 2018). Em média, o Brasil recebe em torno de 77,8 milhões de descargas elétricas, as quais atingem cerca de 300 pessoas todos os anos (INPE, 2020a). O grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) evidenciou dados sobre mortes por raios, mostrando que a cada 50 mortes por raios no mundo, uma é no Brasil. Ainda, entre 2000 a 2019 foram registradas cerca de 2,194 mil mortes por raios no território brasileiro (INPE, 2020b). De acordo com o ELAT/INPE, a maioria das mortes causadas por raios ocorre em áreas rurais, especialmente entre pessoas envolvidas em atividades agropecuárias. Vale destacar que a maioria dos casos ocorre no período de verão, devido à alta instabilidade atmosférica associada aos fenômenos de tempo nesse período (Ferreira, 2019).

Como parte da região amazônica, a cidade de Belém (localizada no Estado do Pará), está geograficamente posicionada em uma área que favorece a formação de tempestades severas, acompanhadas de descargas elétricas. O Pará é um dos estados com maior incidência de raios no Brasil, registrando 12,4 raios/km<sup>2</sup> por ano (Albuquerque, 2018), enquanto a capital paraense apresenta uma densidade de 15,2 raios/km<sup>2</sup> por ano, ocupando o 301º lugar no ranking nacional (INPE, 2020a). Entre 2000 e 2019, o Pará foi o terceiro estado com maior número de mortes causadas por raios, totalizando 162 fatalidades (INPE, 2020b). Um episódio marcante ocorreu na Região Metropolitana de Belém (RMB), no dia 10 de janeiro de 2022, quando os dados do ELAT/INPE registraram 1.291 raios na localidade, das quais 912 atingiram a superfície (Brabo, 2022). A alta incidência de raios afeta a segurança dos moradores e representa uma série de riscos estruturais.

As descargas atmosféricas podem causar diversos problemas à sociedade, logo a compreensão e disseminação de informações sobre esses fenômenos atmosféricos são de extrema importância (Taddei, 2008). Por meio de mídias sociais, podcasts e projetos, o meteorologista também pode ser o mediador da informação levando o conhecimento sobre a eletricidade da atmosfera para sociedade como um todo (Santos *et al.*, 2017). Santos (2019) aborda a disseminação de informações relativas às condições de tempo, ressaltando a importância de melhorar a comunicação científica para a população geral, especialmente para usuários leigos que precisam de informações claras. Dessa forma, cidadãos podem ser instruídos sobre a natureza das descargas atmosféricas, os perigos associados a elas e as medidas de segurança apropriadas, aumentando a conscientização e capacidade dos indivíduos de agirem de maneira responsável durante a ocorrência de tempestades (Campos, 2023).

Nesse contexto, devido à alta incidência de raios no Brasil e na Região Amazônica e, principalmente, pela carência de conhecimento sobre descargas atmosféricas por parte da população. Este trabalho tem como objetivo avaliar os resultados do projeto INFORAIO através da comparação da percepção da população (rural e urbana), avaliar a necessidade de disseminação de informações sobre descargas atmosféricas e bem como os resultados do projeto INFORAIO atuam como ação mitigadora de desinformação.

## Material e Métodos

Essa pesquisa consiste em uma metodologia descritiva, com abordagem qualitativa e quantitativa, que busca conhecer e entender as diversas situações e relações que distanciam a sociedade do conhecimento e compreensão da temática a ser discutida, caracterizada por um estudo sobre descargas atmosféricas na RMB. Então, nesta seção serão apresentados o projeto INFORAIO, a área de estudo e os dados e métodos utilizados para atingir o objetivo do estudo.

### Projeto INFORAIO

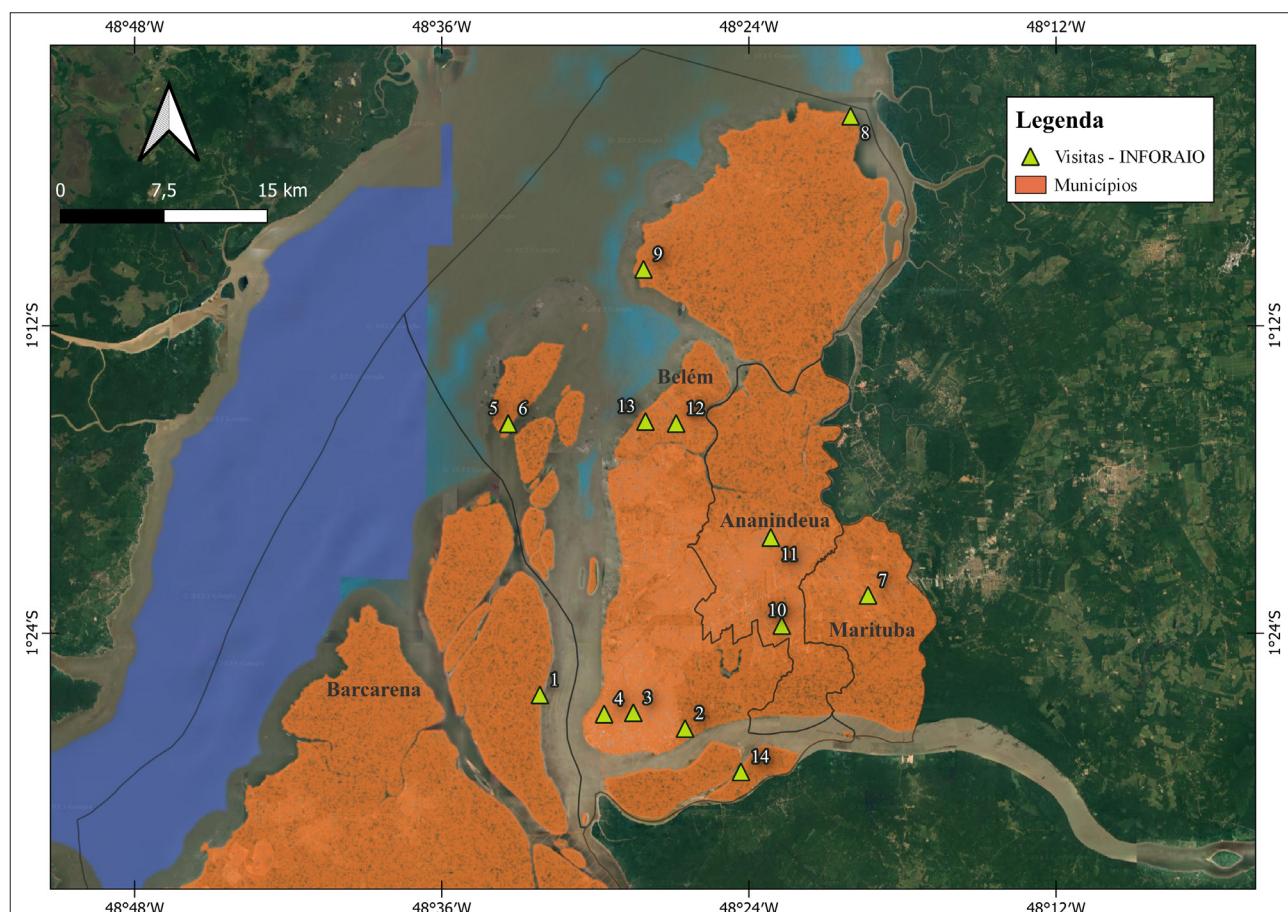
O projeto de extensão intitulado “Divulgação de INFORmações sobre RAIOs para a população da cidade de Belém e região metropolitana – INFORAIO”, pertence a Faculdade de Meteorologia (FAMET) da Universidade Federal do Pará (UFPa), tendo sido aprovado pelo Edital PIBEX 2023 e esteve em execução no período de 04/2023 a 03/2024. O objetivo do projeto foi repassar, para uma pequena parte da população da RMB, conhecimentos básicos sobre descargas atmosféricas, tais como: a diferença entre raio, trovão e relâmpago; a formação de nuvens de tempestades e raios; como reconhecer a nuvem cumulonimbus; tipos de relâmpagos; o período que mais há incidências de raios; além de frisar os devidos cuidados e prevenção na ocorrência de tempestades. O projeto atuou em escolas de ensino fundamental e médio na RMB de áreas urbanas e rurais, sendo que áreas urbanas são consideradas aquelas localizadas no centro da região, enquanto que as áreas rurais são as Ilhas Adjacentes (IA) da RMB, tais como: Ilha de Cotijuba, Ilha do Combú, Ilha de Outeiro, Ilha das onças e Ilha de Mosqueiro.

Além disso, o projeto coletava dados durante as visitas, por meio de formulário impresso, com o objetivo de avaliar a percepção que os indivíduos tinham sobre a ocorrência de raios, seus perigos e prevenção. O questionário também foi disponibilizado no *Google Forms*, de forma *online*, o que permitiu obter uma estatística mais densa e mais diversificada sobre o entendimento da população acerca das descargas atmosféricas na RMB, alcançando um número maior de indivíduos entrevistados na região de estudo. O questionário *online* foi divulgado principalmente na rede social do projeto (@info.raio), onde ocorrem divulgações de notícias, curiosidades e conceitos sobre descargas atmosféricas.

### Área de estudo

A figura 1 representa a área de estudo, localizada no estado do Pará, a RMB é uma região caracterizada por uma grande expansão urbana nas últimas décadas. Sendo ela composta por 8 municípios: Ananindeua, Barcarena, Belém, Benevides, Castanhal, Marituba, Santa Bárbara do Pará (SBP) e Santa Izabel do Pará (SIP). Sendo Belém a capital do estado e a cidade mais populosa e economicamente mais importante.

**Figura 1** – Mapa da área de estudo na Região Metropolitana de Belém (RMB), indicando a localização dos pontos visitados pelo projeto INFORAIO (triângulos verdes). Os números correspondem aos locais visitados (escolas), os quais são descritos no texto abaixo.



Fonte: Elaborado pelos autores

Na figura 1, também estão identificadas as escolas visitadas (triângulos verdes) pela equipe do projeto INFORAIO, na RMB. No total, foram 14 escolas de ensino fundamental e médio distribuídas na área urbana (mais antropizada) e na zona rural (Ilhas adjacentes) da RBM, numeradas cronologicamente pela ordem em que as visitas ocorreram. O ponto 1 é na Ilha das Onças (Barcarena), já o ponto 2, 3 e 4 são no centro urbano de Belém nas escolas EETEPA Dr. Celso Malcher, Escola Rosana Basto e na praça da república (onde ocorreu apresentação do projeto em um evento científico). Os pontos 5 e 6 são de duas escolas na Ilha de Cotijuba, o ponto 7 é no município de Marituba. Os pontos 8 e 9 são na Ilha de Mosqueiro, sendo que a escola do ponto 8 fica mais adentro da zona rural, enquanto que a escola do ponto 9 fica no centro do distrito de Mosqueiro. Os pontos 10 e 11 são no município de Ananindeua, em uma escola localizada no bairro Julio Seffer (ponto 10) e a outra no bairro do Paar (ponto 11). Os pontos 12 e 13 pertencem a Ilha de Outeiro. O ponto 14 é a escola São José, situada na Ilha Grande, próximo a ilha do Combú, mas que recebe moradores provenientes de outras ilhas da região. Isso porque essa escola é a única que oferece o ciclo completo do ensino fundamental, até o nono ano, ou seja, diversos moradores de outras ilhas adjacentes são alunos matriculados nessa escola.

## Questionários do Projeto INFORAIO

Para entender o nível de informação da população da RMB, sobre descargas atmosféricas, foram utilizados dados provenientes do projeto INFORAIO. Por meio de formulários eletrônico e impresso, que foram repassados de forma *online* e nas escolas visitadas. O período de entrevistas ocorreu de maio a novembro de 2023 e obteve um total de 642 participantes, dos quais 119 participaram de forma *online* e 523 de forma presencial (formulário impresso). Nas visitas em escolas, participaram somente alunos e professores. Já os formulários *online* ficaram disponíveis para o público geral, possibilitando a participação de moradores da comunidade interessados no tema. Todos os dados obtidos foram digitalizados em uma planilha eletrônica. O questionário possui perguntas voltadas à identificação do perfil do entrevistado levando em consideração: faixa etária, gênero, localidade em que mora (área rural ou urbana), nível de escolaridade, e tipo de instituição (pública ou privada). Dessa forma, podendo fazer uma análise descritiva dos entrevistados.

A partir dos dados obtidos pelos questionários foi feita uma análise comparativa entre o centro da RMB (área urbana) e as Ilhas de Belém (área rural), as quais obtiveram 300 e 342 entrevistados, respectivamente. As perguntas mais específicas do questionário frisam conceitos básicos, prevenção e perigo relacionado às descargas atmosféricas. As perguntas específicas foram analisadas conforme o quadro 1.

Vale ressaltar que ao analisar os dados dos formulários, encontrou-se entrevistados que não moram na respectiva Ilha que o INFORAIO visitou. Por exemplo, na visita a Ilha Grande conseguimos dados de pessoas que moram na região de Belém, mas em outras Ilhas próximas, como a Ilha do Maracujá, Ilha do Combú, Ilha do Murutucum e em outras comunidades próximas.

**Tabela 1** - Perguntas específicas do questionário do projeto INFORAIO.

Quantidades	Perguntas
1	Você sabe o que é raio?
2	Você sabe a diferença entre raio, relâmpago e trovão?
3	O trovão oferece riscos?
4	Você conhece alguém que já foi atingido por um raio?
5	Você costuma usar o telefone na tomada durante a ocorrência de tempestades?
6	Você acha que operar aparelhos eletrônicos durante a ocorrência de tempestades é arriscado?
7	Você acha que é possível proteger edificações e casas de raios?
8	Você já sofreu a perda de algum aparelho elétrico/eletônico durante a ocorrência de tempestades?
9	Você acha que um raio pode cair duas vezes no mesmo lugar?
10	Você já viu um raio de perto?
11	Você acha que tomar banho de chuva é perigoso, se estiver relampejando?
12	Você acha que a água é capaz de conduzir a energia emitida por um raio?

Fonte: Elaborado pelos autores

## Mitigação de desinformação sobre descargas atmosféricas

Para averiguar a ação mitigadora de desinformação em relação ao conhecimento sobre descargas atmosférica, o projeto INFORAIO foi avaliado pela abordagem pedagógica adotada, avaliando a clareza das informações apresentadas, a adequação ao público-alvo (escolas de ensino médio e fundamental) e a eficácia na transmissão dos conceitos relacionados a descargas atmosféricas repassados nas escolas visitadas. Além disso, a rede social “@info.raio” foi objeto de estudo, examinando o tipo de conteúdo compartilhado, o engajamento da comunidade e a eficácia na disseminação de informações sobre descargas atmosféricas.

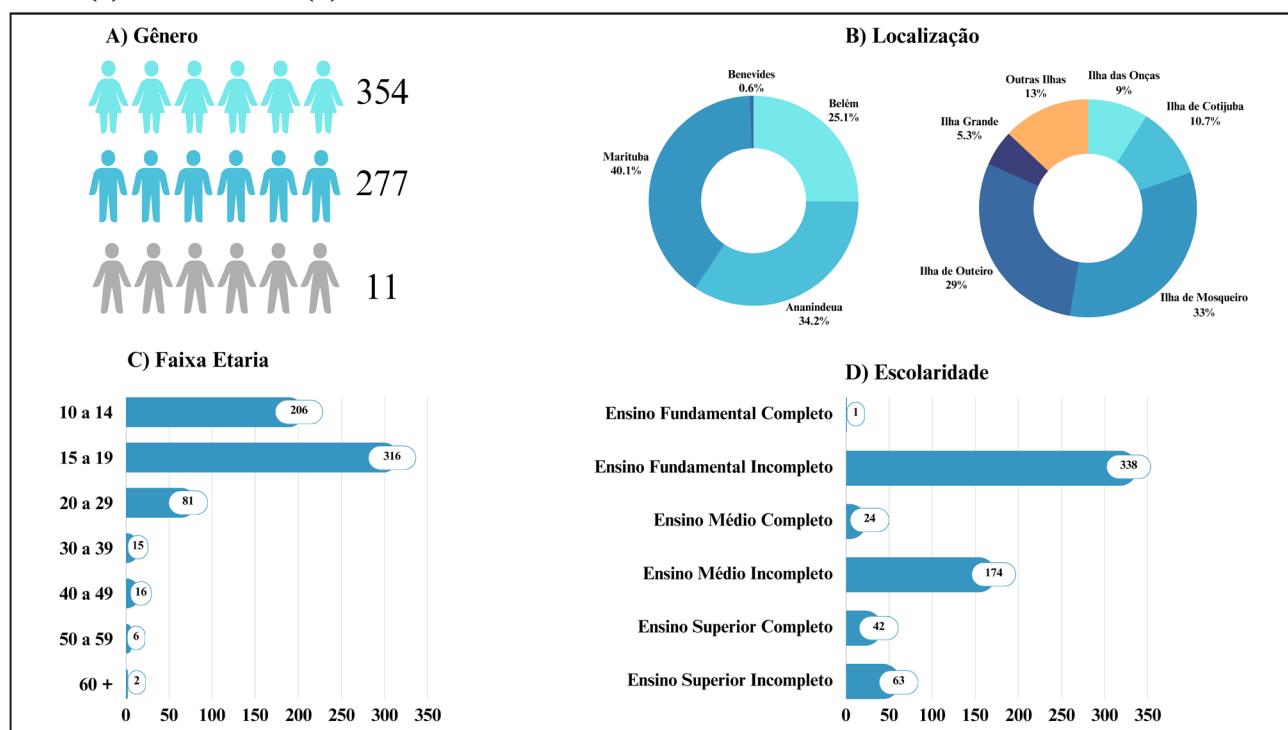
## Resultados e discussões

### Análise de questionários

Esse tópico apresenta os resultados obtidos através do questionário do projeto INFORAIO, o qual leva em consideração entender a percepção de moradores da RMB, por área (urbana e rural), sobre raios. As perguntas foram direcionadas ao entendimento do que são descargas atmosféricas, perigos que elas podem oferecer e formas de prevenções. Vale lembrar que, nesta pesquisa, a área rural é representada pelas IA de Belém, e a área urbana pela região mais antropizada da RMB.

A figura 2 apresenta um panorama geral de algumas informações sobre o público entrevistado, levando em consideração sua localidade de moradia, gênero, faixa etária e escolaridade. A maior parte dos entrevistados é de gênero feminino, equivalente a 55,1% (354 pessoas). Cerca de 43,2% (277 pessoas) são de gênero masculino, enquanto 1,7% (11 pessoas) optaram por não declarar seu gênero (gráfico 2.a).

**Figura 2** - Análise descritiva do perfil dos entrevistados, de acordo com (a) gênero, (b) localidade, (c) faixa etária e (d) nível de escolaridade.



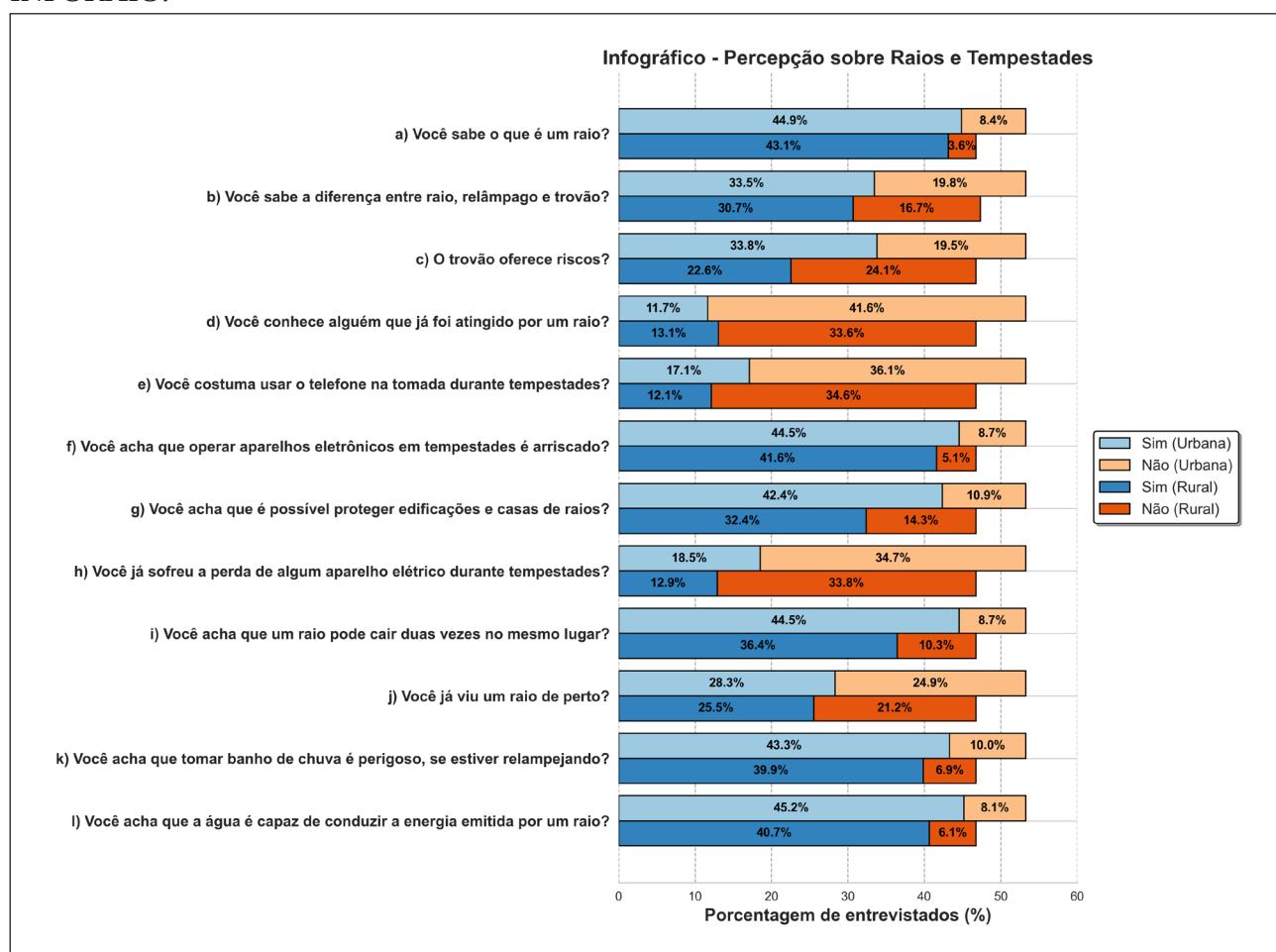
Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação ao local de moradia dos entrevistados, na área urbana a maioria dos entrevistados é da cidade de Marituba, com 137 (40,1%) pessoas, seguida pelas cidades de Ananindeua, com 117 (34,2%), Belém, com 86 (25,1%) e Benevides, com 2 (0,6%) entrevistados (gráfico 2.b). Para a área rural, nota-se que a Ilha de Mosqueiro é a que possui maior número de entrevistados, com 99 (33%) pessoas, seguida pela Ilha de Outeiro, com 87 (29%), e depois vem as Outras Ilhas, com 39 (13%) pessoas, relativo às pessoas que moram em ilhas diferentes daquele em que os questionários foram aplicados. As Ilhas de Cotijuba, Ilha das Onças e Ilha Grande tiveram 32 (10,7%), 27 (9%) e 16 (5,3%) entrevistados, respectivamente, os quais são referentes à área rural. Essas informações são importantes para entender como a opinião da população varia de acordo com a localidade que ela mora.

A faixa etária dos entrevistados indica que a maioria deles tem entre 15 a 19 anos (316), 10 a 14 anos (206) e 20 a 29 (81). Nota-se que a faixa etária dos entrevistados com maior representatividade é justamente a segunda faixa etária em que mais se observou mortes ocasionadas por raios, segundo o INPE (2020b) (gráfico 2.c). A figura 2.d) apresenta informações sobre o grau de escolaridade dos entrevistados, divididos em seis categorias: ensino fundamental incompleto, ensino fundamental completo, ensino médio incompleto, ensino médio completo, ensino superior incompleto e ensino superior completo. A categoria com maior representatividade foi a de ensino fundamental incompleto, com 338 entrevistados (52,6%), seguida por ensino médio incompleto, com 174 (27,1%). Esse resultado era esperado, considerando que parte significativa dos participantes presenciais eram alunos de escolas. Ensino fundamental completo é a categoria com menor representatividade, com apenas 1 entrevistado (0,2%), nota-se que os graduados e formados obteve valores notáveis.

No relativo às descargas atmosféricas, nos setores urbano e rural, a percepção da população sobre o que é um raio e a diferença entre raio, trovão e relâmpago (figura 3.a e 3.b). A maioria dos entrevistados apresenta conhecimento sobre as duas perguntas. A área urbana apresenta uma taxa de 4,8% a mais de entrevistados que não sabem o que é um raio, em comparação com a área rural, levando em consideração a quantidade de entrevistados de cada área. Do universo avaliado, 234 (36,5%) dos entrevistados não sabem a diferença entre raios, trovões e relâmpagos (Figura 3.b), correspondendo a 127 (19,8%) pessoas da área urbana e 107 (16,7%) da área rural. Este resultado indica que a diferença entre raio, relâmpago e trovão é um conhecimento básico, que a população deveria ter acerca dos aspectos relacionados às atividades elétricas na atmosfera, devido as possíveis implicações na segurança, especialmente em regiões favoráveis à formação de tempestades.

**Figura 3** – Análise estatística e comparativa das perguntas presentes no questionário do projeto INFORAIO.



Fonte: Elaborado pelos autores

No referente a abordagem se trovão oferece risco, e os resultados mostram que os entrevistados têm dúvidas sobre essa questão (figura 3.c), na área urbana, dos 332 entrevistados (53%), 217 (33,8%) acreditam que o trovão oferece risco, enquanto 125 (19,8%) acham que “não”. Na área rural, 145 entrevistados (22,6%) acreditam que há riscos associados ao trovão, enquanto 155 (24,1%) pensam o contrário. O INPE (2020a) afirma que embora um trovão assuste a maioria das pessoas, ele geralmente não causa danos. E, sendo assim, a população da área rural é mais assertiva em relação a esse fenômeno meteorológico.

A indicação se haveria o conhecimento (ou não) de alguém que já foi atingido por um raio (figura 3.d), 483 (75,2%) indicaram que “não”, sendo que 267 (41,6%) são da área urbana e 216 (33,6%) da área rural. Outros 159 (24,8%) entrevistados responderam que conhecem alguém que já foi atingido por um raio, sendo 75 (11,7%) da área urbana e 84 (13,1%) da área rural. Observa-se que apesar da população entrevistada na área urbana ser maior, as respostas mostram que na área rural mais entrevistados conhecem pessoas atingidas por raios, apresentando 1,4% a mais que na área urbana. Isso ocorre devido as áreas de ilhas serem mais propícias à formação de tempestades com intensa atividade elétrica e, consequentemente, maior ocorrência de mortes ocasionadas por raios.

As figuras 3.e) a 3.f) representam respostas às perguntas que remetem ao perigo relacionado as descargas atmosféricas. A figura 3.e) se refere àquelas pessoas que costumam usar o telefone na

tomada durante a ocorrência de tempestades, e a maioria afirmou que não utilizam. Mas, ainda assim, há 188 (29,2%) indivíduos que responderam que fazem uso do aparelho celular conectado na tomada, o que é um número expressivo. Desses 118 indivíduos, 110 (17,1%) são da zona urbana e 78 (12,1%) da zona rural, ou seja, 5% a mais dos indivíduos da zona urbana cometem esse tipo de erro. Isso gera certa preocupação, pois muitos dos entrevistados praticam uma ação muito arriscada, visto que 5% das pessoas que morrem dentro de casa devido a ocorrência de raios, ou estão em contato ou próximas a aparelhos conectados em tomadas (INPE, 2020b).

Em relação aos entrevistados que acham arriscado utilizar aparelhos eletrônicos durante a ocorrência de tempestades (figura 3.f), nota-se que a área rural se apresenta mais consciente do que a área urbana, visto que 2,9% a mais da área rural acredita que é perigoso utilizar aparelhos eletrônicos durante tempestades severas. Em relação aos que acreditam que não há perigo, a área urbana se destaca com 56 (8,7%) pessoas e a área rural com 33 (5,1%). Isto é, a área urbana demonstrou que está mais propícia a acidentes por raios, relacionados ao uso de aparelhos eletrônicos durante tempestades. Muitas vezes isso está associado à experiência prévia dos moradores com eventos climáticos extremos que podem sensibilizar as pessoas para os riscos associados ao uso de aparelhos eletrônicos durante essas situações, e a questões socioeconômicas, justamente porque nas áreas rurais há certa vulnerabilidade financeira, então há uma necessidade de preservar e cuidar.

Sobre a possibilidade de proteger edificações e casas de raios (figura 3.g), o cenário foi diferenciado de respostas, entre a zona urbana e rural, pois 480 pessoas (74,8%) acreditam que é possível proteger, sendo 272 (42,4%) da área urbana e 208 da área rural (32,4%). Dentre as outras 162 pessoas (25,2%) que acreditam que não é possível, se destaca a zona rural com 92 (14,3%) pessoas e 70 (10,9%) na zona urbana, ou seja, são 3,4% a mais de pessoas da zona rural. Esse resultado pode estar associado a questão socioeconómica dos moradores da zona rural, já que geralmente em áreas longe das capitais existem poucas edificações, que muitas das vezes não possuem para-raios.

As questões socioeconômicas vinculadas à perda de bens (figura 3.h) retrataram que 440 entrevistados (68,5%) responderam que nunca tiveram a perda de nenhum aparelho eletrônico, entretanto, outros 202 (31,4%) responderam que “sim”, sendo 119 (18,5%) da área urbana e 83 (12,9%) da área rural. A área urbana apresenta 5,6% a mais de perda de eletrônicos, devido a acidentes com raios, do que a área rural. Porém, independente das áreas, muitas pessoas citaram perdas que afetaram a infraestrutura dentro das residências e, consequentemente, a questão socioeconômica, o que para a área rural é uma questão mais delicada, visto que, algumas localidades possuem maior carência que outras.

As figuras 3.i) a 3.j) mostram resultados voltados ao conhecimento e ao perigo oferecido pelas descargas atmosféricas. A figura 3.i) se refere a uma grande curiosidade que muitas pessoas possuem: se um raio pode cair duas vezes no mesmo lugar? O resultado mostrou que a maioria dos entrevistados acredita que sim. Embora a maioria tenha apresentado conhecimento correto, um número significativo de pessoas (122 indivíduos, ou 19%) pensam o contrário, principalmente na área rural, com 66 pessoas (10,3%), enquanto que na área urbana foram 56 pessoas (8,7%). Ou seja, através dessa pergunta se nota o quanto a desinformação é mais frequente na zona rural, onde há uma taxa de 1,6% a mais de pessoas que acreditam que um raio não cai no mesmo lugar mais de uma vez, o que coloca suas vidas em perigo, pela falta da informação correta.

Para a pergunta “Se os entrevistados já avistaram um raio de perto?”, o resultado foi bem equilibrado (figura 3.j), sendo que 346 entrevistados (53,8%) falaram que “sim”, com 182 (28,3%) na área urbana e 164 (25,5%) na área rural. Enquanto que os outros 296 (46,1%) entrevistados falaram que

não presenciaram esse tipo de fenômeno, com a maioria (3,7% a mais) sendo da área urbana. Vale ressaltar que esse tipo de fenômeno na RMB é bem recorrente durante o ano. Naccarato (2006) sugere que os relâmpagos se concentram sobre a área urbanizada, onde ocorrem as maiores temperaturas, estreitando a correlação espacial entre três fatores: densidade de raios, área urbana e temperatura aparente da superfície. Isso explica o fato de os resultados desta pesquisa mostrarem que a área urbana tem uma porcentagem maior de pessoas que já viram um raio, comparada a zona rural. Ainda assim, a zona rural em questão, é propícia às descargas atmosféricas, pois é um tipo de terreno que oferece muita disponibilidade de energia e vapor d'água para a atmosfera.

Quanto a abordagem de um tema do cotidiano, referente ao perigo de tomar banho de chuva durante a ocorrência de relâmpagos (figura 3.k), a maioria tem consciência de que não se deve fazer isso. No entanto, ainda tem uma porcentagem de pessoas que acham que não é perigoso, principalmente na área urbana, com 64 pessoas (10%). Já na área rural são 44 (6,9%), isto é, há uma diferença de 3,1% entre as áreas, sendo maior na zona urbana. Acredita-se que as pessoas de áreas rurais são mais conscientes devido ao tipo de experiências que vivenciam, já que é uma região onde o número de mortes por raio é maior, e o ato de a população tomar banho de chuva é mais comum, deixando as comunidades rurais mais alertas. Ainda assim, isso não exclui a necessidade de deixar a área mais informada, igualmente para a área urbana, que apresentou maior percentagem de desconhecimento do perigo de se tomar banho de chuva durante uma tempestade.

A figura 3.l) trata de mais uma pergunta importante: se os entrevistados acham que água é capaz de conduzir a energia emitida por um raio. Os resultados mostraram que 551 entrevistados (85,9%) acreditam que “sim”. Enquanto os outros 91(14,2%) responderam que “não”, sendo que 52 (8,1%) são da área urbana e os 39 (6,1%) a área rural, ou seja, uma diferença de 2% a mais para a área urbana. Santos (2018) aborda que a água é um condutor elétrico, e, menciona que existem vários ambientes onde há fontes de eletricidade nas proximidades da água, representando um risco para quem está em contato com ela. Dessa forma, essa situação é de perigo extremo, pois os acidentes podem ocorrer em diferentes tipos de meios aquáticos, como piscinas, rios, lagos, praias, entre outros.

A percepção do risco ambiental, principalmente nas áreas densamente ocupadas, confronta com a necessidade de moradia das pessoas e suas limitações financeiras (Krzyszczak, 2016). Assim, existe uma diferença entre entender a condição e responder de forma efetiva a ela. No caso das descargas elétricas atmosféricas (raios) a condição é mais limitante pois refere-se a um contexto mais amplo, pois o espaço atmosférico é maior, com escalas locais e regionais (Heilmann *et al.*, 2018). Isso demonstra uma necessidade de maior monitoramento e controle de incidência de raios no espaço urbano, assim como uma maior gestão ambiental para implantação de medidas de mitigação e prevenção.

A adaptação ao risco passou a ser um tema discutido em função do debate em torno das mudanças climáticas (Alfieri *et al.*, 2016; Carlton *et al.*, 2016; Fahad; Wang, 2018; Dovie; Pabi, 2023). Isso tem gerado diversas abordagens como a justiça climática e emergência climática. O primeiro é descrito por Torres *et al.* (2021) como “a ética da justiça climática é a ética social no contexto da distribuição dos riscos climáticos globais”. E a abordagem da emergência climática por Lampis *et al.* (2020) ressaltam a “tendência de exponencial aumento dos impactos às populações mais vulneráveis”. Desta forma, em ambos os contextos existe um estrato social mais vulnerável, que responde pela menor resiliência de se recuperar após determinado evento e maior grau de exposição.

No âmbito da região Amazônia isto se traduz pelas comunidades ribeirinhas, conforme o universo amostrado na pesquisa, que residem em áreas expostas aos mais diversos efeitos climáticos,

tais como, chuvas intensas, ventos fortes, incidência de raios, e além destes os efeitos hidrológicos associado a variação de nível dos rios e as marés (Tigre, 2019; Torres-Amaral *et al.*, 2023; Carvalho, 2024). Tais elementos justificam a importância da pesquisa realizada e sua continuidade, pois trata-se de uma forma de alertar estas populações sobre estas condições e fomentar a busca, junto ao poder público, de ações que visem o monitoramento nas áreas mais afetadas, para a proposição de ações preventivas junto a estas populações.

### Análise de ação de mitigação sobre descargas atmosféricas

Conforme observado, o projeto INFORAIO esteve em vários lugares distribuídos na RMB (conforme a figura 1), levando informações sobre descargas atmosféricas, para os indivíduos que puderam assistir as palestras realizadas nas escolas.

Santana, Afonso e Silva (2021) discutem a importância dos projetos de extensão e a sua capacidade de promover a interação entre a universidade e a sociedade, levando o conhecimento produzido na academia para além dos muros da universidade. Além disso, o projeto contribui para a formação de alunos e bolsistas envolvidos, proporcionando a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula, e estimular o interesse pela pesquisa científica. Por fim, os projetos de extensão possuem papel importante na conscientização da população, contribuindo para a construção de uma sociedade mais consciente e responsável, igualmente ao projeto INFORAIO que possui muita relevância nesse sentido.

Existe a real necessidade de implementação de uma prática pedagógica, que anseia adquirir os melhores resultados no ensino das Ciências em escolas, especialmente para alunos das séries iniciais em escolas da zona rural, devendo se consolidar uma sequência didática abordando o tema “Descargas elétricas atmosféricas”, com o objetivo de contribuir para a alteração da atual realidade, incentivando uma prática pedagógica educativa, que aproxime o conhecimento científico do senso comum, e com isso incorra em uma aprendizagem significativa (Campos, 2023). Então, o projeto INFORAIO é pertinente, no sentido de levar conhecimento sobre descargas atmosféricas para as escolas na zona rural.

A figura 4 representa o conteúdo que o INFORAIO explana nas salas de aulas, em suas visitações nas escolas. Como pode ser visto, é uma apresentação que ensina desde curiosidades sobre a incidência de raios no Brasil, até os conhecimentos básicos, principalmente, formas de prevenção e o que não se deve fazer durante as tempestades. Geralmente é uma apresentação que dura em torno de 40 minutos, tendo como base o maior grupo que produz conhecimento sobre descargas atmosféricas, no Brasil, que é o ELAT/INPE. Durante as apresentações, muitos alunos se sentem cativados pela temática e há uma interação e troca de conhecimentos e experiências. Uma situação interessante que foi observada, durante as visitas em ilhas, é a presença de diversos alunos que conhecem alguém que já foi atingido por um raio, e isso estimula mais a necessidade das atividades do projeto continuarem, no sentido de levar informação onde não há, e despertar nos ouvintes o senso de atenção e cuidado durante eventos de tempestades, e estimular eles a repassarem os conhecimentos adquiridos durante as palestras a amigos e familiares, o que pode salvar muitas vidas e evitar prejuízos com bens materiais.

**Figura 4** - Exemplo de conteúdo apresentado durante as palestras realizadas pelo projeto INFORAIO.



Fonte: Elaborado pelos autores

### O uso de mídias digitais no projeto INFORAIO

Na tabela 2 consta o tipo de conteúdo publicado no perfil do Instagram do projeto (“@info.raio”), que tem como objetivo analisar estatisticamente a relação do público com o conteúdo divulgado. Foram analisados os alcances (quantidade de visualizações que a publicação obteve), curtidas (quantidade de seguidores que gostaram da publicação), salvos (trata-se do arquivamento da publicação para visualizar em outro momento) e enviados (envio da publicação para outro usuário).

**Tabela 2** - Análise estatística de publicações promovidas pelo Projeto INFORAIO, através de mídia social (“@info.raio”).

Eixos Temáticos	Alcances	Curtidas	Salvos	Enviados
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
<b>Você sabe a diferença entre raio, trovão e relâmpago?</b>	352(11,8)	83(13)	17(35,4)	12(8,2)
<b>Um raio pode atingir diretamente uma pessoa?</b>	227(7,6)	53(8,3)	1(2,1)	11(7,5)
<b>Você sabia que: o Brasil é o país campeão em incidência de raios</b>	169(5,6)	28(4,4)	0 (0)	9(6,2)
<b>Um raio pode cair duas vezes no mesmo lugar?</b>	263(8,8)	47(7,4)	1(2,1)	8(5,5)
<b>Por que o cristo redentor atraí tantos raios?</b>	281(9,4)	54(8,5)	2(4,2)	15(10,3)
<b>Curiosidade: a cada 50 mortes por raio, uma é no Brasil.</b>	211(7)	34(5,3)	2(4,2)	11(7,5)
<b>5 coisas que você não deve fazer durante a ocorrência de tempestades em praias, rios e piscinas</b>	231(7,7)	46(7,2)	2(4,2)	11(7,5)
<b>Porque é importante se prevenir contra descargas atmosféricas na RMB</b>	235(7,8)	43(6,7)	1(2,1)	17(11,6)
<b>Você conhece a nuvem cumulonimbus</b>	372(12,4)	94(14,7)	13(27,1)	27(18,5)
<b>Em que período do ano ocorre a maior incidência de raios no Brasil?</b>	298(9,9)	52(8,2)	5(10,4)	14(9,6)
<b>INFORAIO na Ilha</b>	356(11,9)	104(16,3)	4(8,3)	11(7,5)
<b>Total</b>	<b>2995(100)</b>	<b>638(100)</b>	<b>48(100)</b>	<b>146(100)</b>

Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando os alcances, nota-se que os eixos temáticos mais visualizados foram “Você sabe a diferença entre raio, trovão e relâmpago?”, “Você conhece a nuvem cumulonimbus” e “INFORAIO na Ilha”, com exatamente 352 (11,8%), 372 (12,4%) e 356 (11,9%) visualizações, respectivamente. Essas publicações também tiveram os maiores números de curtidas, com exatamente 83 (13%), 94 (14,7%) e 104 (16,3%) curtidas, nessa ordem. Esse resultado demonstra que a informação sobre descargas atmosféricas interessa ao público, que acompanha o “@info.raio”. E abordar temas científicos - desconhecidos pela maioria das pessoas - passando a informação de maneira mais acessível, pois qualquer tipo de público pode compreender. Um exemplo disso é a publicação sobre a nuvem cumulonimbus, que obteve o maior engajamento e prendeu a atenção dos seguidores, por se tratar de um assunto que não faz parte do conhecimento comum das pessoas. No entanto, é crucial compreender como essa nuvem impacta o dia a dia, especialmente por ela estar associada as descargas atmosféricas. Outra publicação que chamou bastante atenção foi sobre o INFORAIO na ilha, a qual obteve um engajamento excelente, mostrando que o público tem a curiosidade de saber como o projeto atua nas ilhas visitadas, e essa publicação foi referente a visita realizada na Ilha de Cotijuba. Outras publicações, não mencionadas anteriormente, que se encontram na tabela 2, desempenharam um papel importante em divulgar informação, receberam ótimos engajamentos despertando o interesse de muitas pessoas com dúvidas. Nesse contexto, o perfil “@info.raio” surge para esclarecer essas informações.

Já as publicações que tiveram os menores alcances foram “Você sabia que: o Brasil é o país campeão em incidência de raios?”, “Curiosidade: a cada 50 mortes por raio, uma é no Brasil” e

“Um raio pode atingir diretamente uma pessoa?”, respectivamente, com 169 (5,6%), 211 (7%) e 227 (7,6%) alcances, essas mesmas publicações tiveram os menores números de curtidas, com exceção de “Um raio pode atingir diretamente uma pessoa?”. Esse resultado sugere que as publicações com menor alcance foram aquelas que abordaram temas mais relacionados a perigos e questões ambientais negativas, essa tendência pode indicar que o público tem uma preferência por conteúdos que abordem curiosidades científicas, medidas preventivas em relação a descargas atmosféricas e informações sobre o projeto INFORAIO em si. Parece haver um maior engajamento quando o foco está em aspectos informativos e educativos, enquanto temas relacionados a perigos podem não despertar tanto interesse ou agrado. Isso sugere uma preferência por abordagens mais positivas e construtivas no conteúdo apresentado.

Em relação aos salvos, novamente se destacam: “Você sabe a diferença entre raio, trovão e relâmpago?” e “Você conhece a nuvem cumulonimbus?” com 17 (35,4%) e 13 (27,1%). Outra publicação que se destacou foi “Em que período do ano ocorre a maior incidência de raios no Brasil?”, com 5 (10,4%) salvos, ou seja, novamente, as percentagens indicam que as publicações com características voltadas para curiosidades científicas se destacam, principalmente a que traz um esclarecimento voltado para as estações do ano. Lembrando que, a definição das estações do ano na RMB é erroneamente divulgada, principalmente pela imprensa. Desse modo, o INFORAIO vem a mitigar esse tipo de desinformação.

Em relação as publicações que foram enviadas para outros usuários, o tema “Você conhece a nuvem cumulonimbus?” possui o maior número de enviados com 27 (18,5%) compartilhamentos. Outras publicações que mostram um engajamento melhor, quando se analisa os enviados, são “Por que é importante se prevenir contra descargas atmosféricas na RMB?” e “Por que o cristo redentor atraí tantos raios?”, com 17 (11,6%) e 15 (10,3%) compartilhamentos. Esse resultado é interessante, pois indica que o público se mostrou mais à vontade para disseminar as informações referentes as questões educativas e de prevenção a descargas atmosféricas.

Portanto, ao analisar o engajamento do perfil do projeto INFORAIO em mídia social, é possível perceber que o conteúdo abordado é representativo, útil e bem qualificado e recebido pelos seguidores da página. Ou seja, a divulgação de informações sobre raios por meio de mídia social é uma excelente opção de também levar informação à população, de maneira atual, acessível e divertida.

## Conclusão

Nesta pesquisa foi realizada uma análise qualitativa sobre a ocorrência de raios, na RMB, focando na compreensão que a população possui sobre este fenômeno, os perigos que ele oferece e como se prevenir. As análises foram realizadas separando os resultados encontrados para a área urbana e a área rural.

Na análise que abrange a diferença de conhecimento, entre área rural e área urbana, sobre as descargas atmosféricas, mostrou que o conhecimento básico sobre raios, trovões e relâmpagos possui uma carência de informação em ambas as áreas. A percepção de risco associada ao trovão varia entre as áreas, sendo mais positiva na urbana, possivelmente influenciado pela sua relação com o relâmpago e o som alto e assustador causando pânico na população. As questões que envolvem a segurança durante a ocorrência de tempestades (como a utilização de eletrônicos) permitiu perceber que um número significativo, de indivíduos das duas áreas, possui total despreocupação com a sua segurança. A

percepção quanto a possibilidade de proteção de edificações revela desigualdades socioeconômicas, que são problemáticas governamentais, mas que a informação correta pode auxiliar na diminuição dos problemas.

Portanto, em meio a esse cenário, se conclui que a desinformação é observada nas duas áreas (urbana e rural (ilhas)), o que caracteriza o projeto INFORAIO como um excelente mediador entre a informação e a população leiga no assunto em questão, e isso é feito através de estratégias de mitigação da desinformação, estabelecendo canais de comunicação como o perfil em mídia social “@info.raio”. O que mostra que as mídias sociais são uma ferramenta importante para a valorização da educação científica e conscientização da população. Além disso, o projeto consegue levar informação a lugares que não se tinha nenhum conhecimento sobre o tema, e essa abordagem holística é fundamental para aumentar a conscientização, reduzir o risco de incidentes relacionados aos raios e promover a segurança em ambientes urbanos e rurais na RMB.

Com base nos resultados encontrados, que mostram a eficiência do Projeto INFORAIO, se sugere que o mesmo continue ativo e que possa chegar em outros locais da RMB e, quem sabe, em outras cidades, para aumentar sua expansão na mitigação da desinformação.

## Referências

- ALBUQUERQUE, F. Especialistas alertam para alta incidência de raios durante primavera. **Agencia Brasil**, 2018. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-09/especialistas-alertam-para-alta-incidencia-de-raiosdurante-primavera>.
- ALFIERI, L.; FEYEN, L.; DI BALDASSARRE, G. Increasing flood risk under climate change: a pan-European assessment of the benefits of four adaptation strategies. **Climatic Change**, v. 136, p. 507-521, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1641-1>.
- BRABO, Bruna. Combinação de calor com alta umidade é a causa de tempestade com alto número de raios. **Agência Pará**, 11 jan. 2022. Disponível em: <https://agenciapara.com.br/noticia/34194/combinacao-de-calor-com-alta-umidade-e-a-causa-de-tempestade-com-alto-numero-de-raios>.
- CAMPOS, M. G. D. O uso do tema descargas atmosféricas como sugestão para aplicação em aulas de ciências para alunos das séries iniciais em escolas da zona rural. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v.4, n.9, e494090, 2023. ISSN 2675-6218, <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i9.4090>
- CARLTON, J. S.; MASE, A. S.; KNUTSON, C. L.; LEMOS, M. C.; HAIGH, T.; TODEY, D. P.; PROKOPY, L. S. The effects of extreme drought on climate change beliefs, risk perceptions, and adaptation attitudes. **Climatic change**, v. 135, p. 211-226, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1561-5>
- CARVALHO, T. The cascading effects of climate change on children: Extreme floods, family mobility and child well-being in Amazonia. **Climate and Development**, p. 1-9, 2024. <https://doi.org/10.1080/17565529.2024.2345331>
- COORAY, Vernon. On the upper limit of peak current in return strokes of lightning flashes. In: **INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LIGHTNING PROTECTION**, 10., 2009, Curitiba. *Anais...* Curitiba: SIPDA, 2009.
- DOVIE, D. B. K.; PABI, O. Partial climatic risk screening, adaptation and livelihoods in a coastal urban area in Ghana. **Habitat International**, v. 138, p. 102868, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102868>
- FAHAD, S.; WANG, J. Farmers' risk perception, vulnerability, and adaptation to climate change in rural Pakistan. **Land use policy**, v. 79, p. 301-309, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.018>
- FERREIRA, E. R.; LEAL, A. F. R.; MATOS, W. L. N.; ALMEIDA, G. O.; SHINKAI, R.; LOPES, M. N. G. Lightning deaths and injuries in the Brazilian Amazon Region in the period of 2009-2019. In: **XV INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LIGHTNING PROTECTION (SIPDA)**, 2019, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo: IEEE, 2019.
- FU, R.; ZHU, B.; DICKINSON, R. E. How do atmosphere and land surface influence seasonal changes of convection in the Tropical Amazon. **Journal of Climate**, v. 12, n. 5, p. 1306–1321, may 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1999\)012<1306:HDAALS>2.0.CO](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1999)012<1306:HDAALS>2.0.CO).
- HEILMANN, A.; FERNANDES, C.; LEITE, E. A.; PINHEIRO, L. C. Características das tempestades com raios no litoral do Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, 2018. <https://doi.org/10.5380/abclima.v22i0.52929>.
- INPE. **Cartilha de Proteção Contra Raios Brasil 2020**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020a. Disponível em: [http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha\\_Protecao\\_Contra\\_Raios\\_Brasil\\_2020.pdf](http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha_Protecao_Contra_Raios_Brasil_2020.pdf).
- INPE. **Mortes por Raios no Brasil (2000-2019)**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020b. Disponível em: <https://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/el.atm/mortes.por.raios.-infográfico.php>.

KRZYSCZAK, F. R. As diferentes concepções de meio ambiente e suas visões. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 11, n. 23, p. 1-17, 2016.

LAMPI, A.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; LEONE, A. L. A produção de riscos e desastres na América Latina em um contexto de emergência climática. **O Social em Questão**, v. 23, n. 48, p. 75-96, 2020.

NACCARATO, K. P. **Análise das características dos relâmpagos na região sudeste do Brasil**. 2006. 362 p. Tese (Doutorado em Geofísica Espacial) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2006.

PINTO JUNIOR, Osmar; PINTO, Iara Regina Cardoso de Almeida. **Relâmpagos**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 2008.

POMPEU, Marcela Machado *et al*, Estudo de tempestades severas com a ocorrência de raios nas localidades de Santarém e Belém e suas consequências na sociedade (Lightning characteristics associated to severe storm cases which impacted the cities of Belem and Santarem, in Amazonia). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 4, p. 1202–1214, 2018.

RAKOV, V. A; UMAN, M. A. **Lightning: physics and effects**. Cambridge: University Press. Cambridge, 2003.

SANTANA, Gildo Rafael de Almeida; AFONSO, Juliana Neves; SILVA, Maria Gertrudes Alvarez Justi. Extensão universitária no Norte Fluminense: uma proposta para o entendimento do tempo e do clima. **Cadernos de Extensão do Instituto Federal Fluminense**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 5, p. 137-147, 2021. DOI: 10.19180/2447-8180.v5n2021p137-147.

SANTOS, Ana; LIU, Jen; SILVA, Tamires; SOUZA, Ricardo. Desenvolvimento de um Chatbot para Compartilhamento e Disseminação de Informações do Tempo. In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (WCAMA), 10. , 2019, Belém. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 125-134. ISSN 2595-6124. DOI: <https://doi.org/10.5753/wcama.2019.6427>.

SANTOS, Ana Paula Paes. **Eventos extremos de descargas atmosféricas no estado de São Paulo**: casos observados e cenários futuros. 2017. 193 f. Tese (Doutorado em Sistemas Terrestres) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Terrestres, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

SCHMENGLER, Moacir. **Aspectos observacionais e de modelagem da relação entre a camada limite noturna e a convecção profunda na Amazônia Central**. 2021. 95 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, São Paulo, Brasil. Acesso em: 20 out. 2023.

SILVA, Cássia Camila Silva da. **Previsão de raios através de índices termodinâmicos da atmosfera, em torno de Belém do Pará**. Orientador: José Ricardo Santos de Souza. 2014. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/10978>.

SILVA, Gustavo Rodrigues de Oliveira; MACHADO, Humberto César. Decision making in adverse weather conditions. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 5, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20160091>. Acesso em: 13 nov. 2023.

TADDEI, Renzo. A Comunicação social de informações sobre tempo e clima: o ponto de vista do usuário. **Boletim SBMET**. São Paulo. p. 76-86, ago./dez. 2008.

TANAKA, L. M. d. S. **Convecção profunda na Amazônia Central**. 2014. 123 f. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente) — Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brasil.

TIGRE, M. A. Building a regional adaptation strategy for Amazon countries. **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, v. 19, p. 411-427, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10784-019-09443-w>

TORRES, P. H. C.; URBINATTI, A. M.; GOMES, C.; SCHMIDT, L.; LEONEL, A. L.; MOMM, S.; JACOBI, P. R. Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 159-176, 2021. <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.010>

TORRES-AMARAL, C.; ANJOS, L. J. S. D.; VIEIRA, I. C. G.; DE SOUZA, E. B. The climatic risk of Amazonian protected areas is driven by climate velocity until 2050. **Plos one**, v. 18, n. 6, p. e0286457, 2023. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286457>

UMAN, M. A. **The lightning discharge**. [S. l.]: Dover Editions, 2001.