

Geotecnologias aplicadas à análise pericial de casos de naufrágios e afogamentos na região costeira de Belém (Pará)

Iolanda Clara do Carmo Gomes ¹ *, Aline Maria Meiguins de Lima ²

¹Geóloga, Universidade Federal do Pará, Brasil.

²Doutora, Professora da Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Brasil. (*Autor correspondente: ameiguins@ufpa.br)

Histórico do Artigo: Submetido em: 12/01/2022 – Revisado em: 03/04/2022 – Aceito em: 05/06/2022

RESUMO

A região costeira de Belém (PA) pertence ao estuário-foz do rio Amazonas, sendo marcada por um intenso transporte de sedimentos, responsável pela formação de diversas feições insulares, incluindo a Ilha de Mosqueiro. O objetivo da pesquisa foi investigar se os locais de formação de barras arenosas, resultantes do fluxo das águas no entorno da Ilha de Mosqueiro, também podem ser utilizados como indicadores no estudo das ocorrências de corpos desovados ou de vítima de afogamento. O mapeamento das barras arenosas foi realizado na escala 1:10.000, a partir de imagens de satélite (folha 22MGD, Ilha de Mosqueiro), de 2016 a 2019, entre os meses de julho e agosto, extraídas pelo programa *Copernicus*. Estas foram selecionadas com auxílio de tabuas de maré, sendo escolhidas aquelas cujo horário de maré baixa estava próximo do horário da passagem do satélite. Os resultados destacam que a Ilha apresenta uma vasta praia estuarina com ondas de amplitude acima de 2 m e consequentemente correntes de maré muito intensas, se tornando uma área propícia para afogamentos. Esta apresenta seis áreas com potencial deposicional, estando a área de maior tendência localizada a nordeste da ilha, próxima a localidade de Jenipaúba da Laura. Os dados de corrente de maré indicam que a porção a sul da localidade de Carananduba tem correntes de valores menores que a porção a norte, isso reflete nas possíveis áreas com deposição. A metodologia aplicada é possível de ser empregada como subsídio ao resgate de acidentes relacionados com naufrágios, afogamentos de banhistas ou intencionais (homicídios), assim como no apoio às ações de fiscalização na região da baía de Santo Antônio.

Palavras-Chaves: Sensoriamento Remoto, Regime Fluvial, Criminalística.

Geotechnologies applied to investigative analysis of cases of shipwrecks and drownings in the coastal region of Belém (Brazil)

ABSTRACT

The coastal region of Belém (PA) belongs to the estuary-mouth of the Amazon River. It is marked by an intense transport of sediments responsible for several insular features, including the Mosqueiro Island. The research's objective was to investigate the sites of formation of sandy bars produced by the flow of water around Mosqueiro island and how they can be used as indicators in the localization of spawned bodies or drowning victims. The mapping of the sandy bars was carried out at a scale of 1:10,000, using satellite images (sheet 22MGD, Ilha de Mosqueiro), from 2016 to 2019, between July and August, extracted by the Copernicus program. These were selected with the tide tables support for the better satellite time chosen. The results highlight that the island has a vast estuarine beach with waves with amplitude above 2 m and consequently very intense tidal currents, making it a suitable area for drowning. There are six areas with depositional potential. The most important trend is located in the northeast of the island, close to the locality of Jenipaúba da Laura. Tidal current data indicate that the southern portion of the Carananduba locality has currents of lower values than the northern portion, which reflects in the possible areas with deposition. The applied methodology can be used in helping the rescue of victims in accidents related by example to shipwrecks, drowning accidental or intentional (homicide). And to support inspection actions in the Santo Antônio Bay region.

Keywords: Remote Sensing, River Regime, Criminalistics.

Gomes, I.C.C., Lima, A.M.M. (2022). Geotecnologias aplicadas à análise pericial de casos de naufrágios e afogamentos na região costeira de Belém (Pará). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.10, n.3, p.117-131.



Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Meio Ambiente utiliza a licença *Creative Commons* - CC Atribuição Não Comercial 4.0.

1. Introdução

Os ambientes flúvio-estuarinos agregam uma dinâmica complexa, em função da diversidade de comportamento do fluxo d'água, taxa de sedimentos envolvida e movimento das marés. No estuário-foz do rio Amazonas, além do arquipélago do Marajó como principal unidade geográfica, ocorrem diversos sistemas hídricos que recebem denominações locais como: o rio Pará, baía de Guajará, baía do Capim, baía de Santo Antônio e baía do Marajó, estes sistemas estão sujeitos ao regime de chuvas e obedecem a um ciclo anual de fenômenos de enchentes e vazantes (Corrêa, 2006; Santos et al, 2018).

Na região leste, que compreende a faixa que circunda os municípios de Belém, Santa Bárbara do Pará, Santo Antônio do Tauá, Colares e Vigia, ocorre uma morfologia do relevo mais suave, que permite uma fina sedimentação, onde o efeito da sazonalidade de variáveis ambientais (chuvas, ventos, vazões) tipifica o ambiente como “estuário dominado por maré”, com pronunciada atuação de ondas nas áreas rasas marginais (Gregório & Mendes, 2009).

Em função da dinâmica desta região e das limitações de monitoramento, o uso de técnicas de sensoriamento remoto tem se tornado uma forma de realizar uma diagnose geral da região, permitindo avaliar como ela está modificando sua morfologia de fundo e hidrodinâmica, e desta forma ter resposta para uma avaliação de processos como erosão, sedimentação e identificação de padrões de acreção/erosão da linha de costa (Silva Junior & Silva, 2017).

O estuário-foz do rio Amazonas é uma região também de intensa atividade hidroviária, que traduz o deslocamento em direção a Ilha do Marajó, e principalmente ao longo dos municípios limítrofes do rio Pará e áreas de baía associadas. Levantamentos realizados junto as principais hidrovias do trecho Atlântico Norte (Baía do Marajó, rio Tocantins, rio Pará e rio Amazonas) indicaram um percentual de acidentes com causas determinantes relacionadas a ocorrência de eventos extremos meteorológicos sem definição (60%) e com definição física (40%), para o período de 2008 a 2013, tendo com causa o vento, principalmente de junho a novembro (47%) e as precipitações (53%) de maio a dezembro (Santos et al, 2016).

Assim, observa-se que a movimentação hidroviária em uma região de dinâmica fluvial significativa, tem resultado em acidentes que afetam vidas humanas e bens econômicos locais. As dificuldades de monitoramento favorecem o uso das geotecnologias como suporte às análises de perícia, estas ferramentas auxiliam na constituição de meios de prova que venham a ser utilizadas, tem como vantagem a possibilidade de tratar de áreas de grandes, para futuro detalhamento amostral (Botteon, 2016). A utilidade deste tipo de tecnologia também permite a obtenção de informações a respeito do objeto de estudo sem o contato direto, permitindo a eliminação de locais, economizando assim o tempo de busca (Oliveira et al, 2021). O emprego das geotecnologias apoia na comprovação da materialidade do dano ambiental com a apresentação da documentação espacial de maneira simples, direta e objetiva para identificação ou eliminação das partes potencialmente responsáveis em ações periciais (Ramos & Nóbrega, 2020).

O Corpo de Bombeiros registrou três mortes em julho de 2021, um destes foi ocorrido na praia do Ariramba, na Ilha de Mosqueiro (Belém/PA), em decorrência do indivíduo entrar alcoolizado na água (Pará, 2021). Outra situação foi descrita, relata a morte de um adolescente, na praia do Cruzeiro, em Icoaraci (Belém/PA), em uma quinta feira, tendo sido resgatado somente no sábado, boiando próximo à Ilha de Mosqueiro, distante cerca de 20 quilômetros do local do fato ocorrido (O Liberal, 2016). Logo, os acidentes que ocorrem sejam vinculados ao transporte fluvial, conduta inadequada de banhistas, homicídios ou por causas diversas tem como fator em comum a dificuldade de estabelecer rapidamente o local exato dos mesmos, dada a movimentação dinâmica das águas.

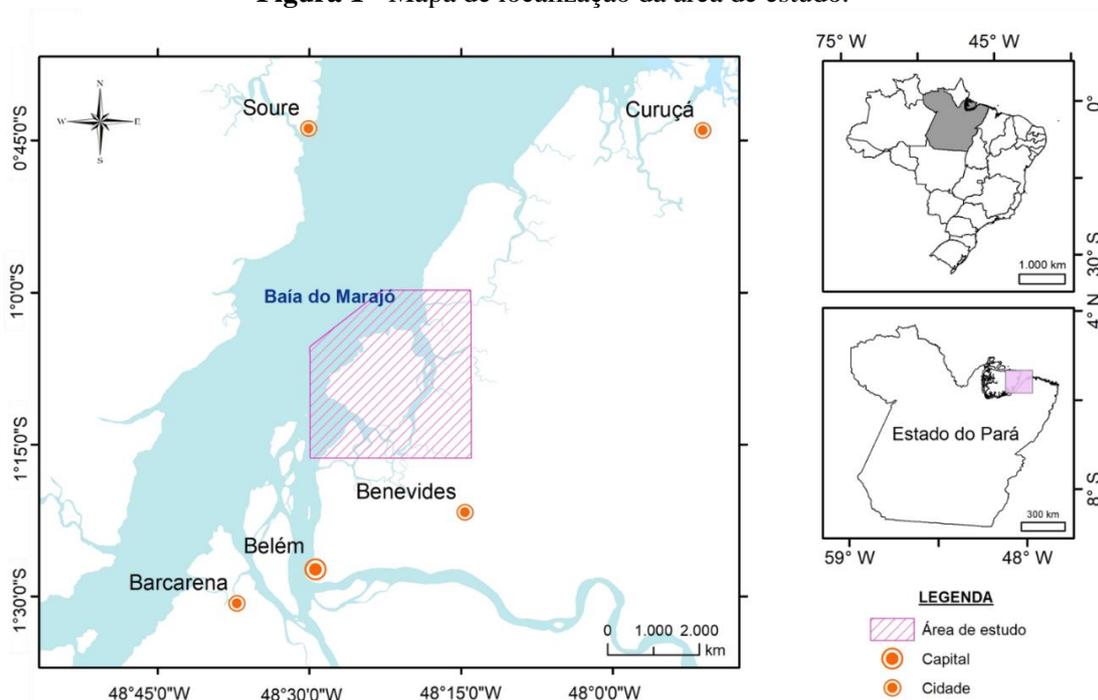
A região costeira do município de Belém é caracterizada por rios com grande carga de sedimentos, onde no período menos chuvoso dá-se a formação de zona de acumulação de areias, constituindo praias (temporárias), que se tornam locais potenciais para surgência de vítimas de acidentes que ocorrem na região. Este estudo tem por objetivo investigar se os locais de formação de barras arenosas, no entorno da Ilha de

Mosqueiro (Belém/PA), que podem ser utilizadas como indicadores no estudo das ocorrências de corpos desovados ou de vítima de afogamento.

2. Material e Métodos

A metodologia aplicada no estudo teve como objetivo a detecção de áreas potenciais de sedimentação a partir do mapeamento da extensão de barras de areia expostas entre os meses de julho e agosto dos anos de 2016 a 2019. O conceito adotado baseia-se que a capacidade de transporte fluvial depende de fatores, tais como, a velocidade das águas, a densidade e a granulometria da carga erodida (quando a velocidade do fluxo se reduz, as partículas maiores são depositadas, enquanto as menores permanecem em movimento), conforme Gil e Coelho (2018), o que permite a adoção de elementos básicos (como tonalidade/cor, forma, textura e padrão) como chave visando o processo de identificação e contagem das barras arenosas. A área de estudo localiza-se no entorno da baía de Santo Antônio, mais precisamente na Ilha de Mosqueiro (Figura 1), inserida na porção central da Zona Costeira da Amazônia Brasileira (Silva Junior & Silva, 2017).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



O primeiro passo foi a confecção do banco de dados, no qual foram pesquisados os dias em que havia maré baixa próximo da hora da passagem do satélite SENTINEL 2 pela região, com a catalogação dos dados referentes aos dias e a altura da maré no horário do imageamento, usando como base de dados as tábuas de maré. O Programa *Copernicus* (2019) fornece a série de satélites SENTINEL, que tem o objetivo monitorar os recursos naturais terrestres, o uso e ocupação das terras, os ambientes marinhos, clima e desastres naturais; o SENTINEL 2, lançado em 2015 (2A) e 2017 (2B), tem o sensor multiespectral MSI com 13 bandas espectrais (443 a 2190 nm), a resolução espacial é de: 10 m para o visível; 20 m no infravermelho; e 60 m nas bandas de correção atmosférica. Em seguida foi realizada a digitalização das barras de areia em escala de 1:10.000 a partir de dez imagens de satélite da folha da Ilha de Mosqueiro (22MGD) (Figura 2).

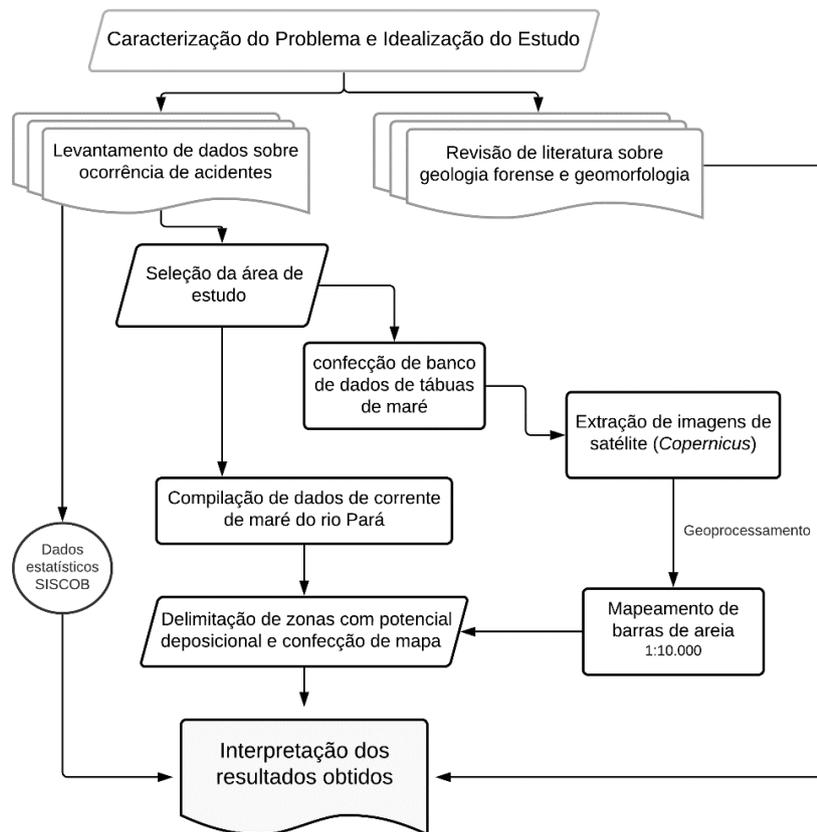
Figura 2 - Chave de interpretação adotada.



O terceiro passo foi a compilação dos dados de corrente de maré do rio Pará publicados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação. Para determinar a rota de sedimentação foram definidos dois padrões, agrupados entre corrente de maré antes e após preamar com velocidades (nós) variando de 1,8-2,0 e 1,9-2,5 respectivamente. Seguido por fim da confecção do mapa de zonas com potencial de deposição de sedimentos. Os dados foram tratados e processados em programa específico de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Na avaliação do resultado do mapeamento foram utilizados indicadores de acidentes ocorridos na região, obtidos por meio de pesquisa em jornais e outras formas de divulgação associadas a mídia impressa e eletrônica, assim como a partir dos dados estatísticos fornecidos pelo sistema SISCOB (2021) do Corpo de Bombeiros do estado do Pará. A Figura 3 indica o fluxo da metodologia adotada.

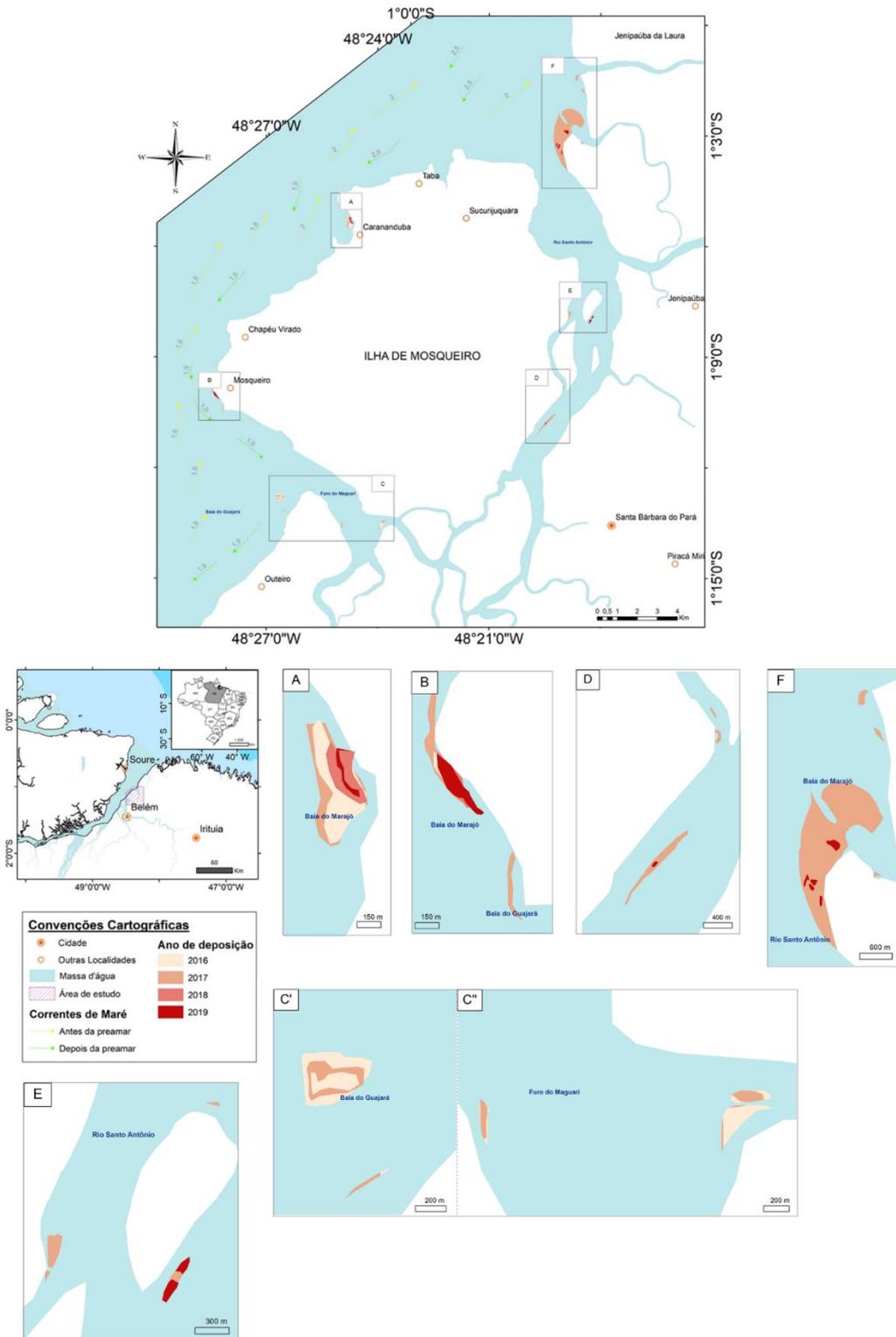
Figura 3 - Fluxograma metodológico.



3. Resultados e Discussão

A região estudada apresenta seis áreas com potencial deposicional (Figura 4), estando a área de maior tendência localizada a nordeste da Ilha, próxima a localidade de Jenipaúba da Laura (4F); as áreas a oeste da Ilha (4A e B) apresentam caráter deposicional de maior frequência nos anos avaliados; as regiões ao sul (4C), próximo ao início do furo do Maguari, são de moderada expressividade de formação de barras arenosas, sendo elas somente observadas durante os anos de 2016 e 2017.

Figura 4 - Mapa de zonas potenciais para deposição de sedimentos na região estudada.



Silva Júnior e Silva (2017) ao analisarem as variações da linha de costa na baía do Guajará, observaram áreas de acumulação de sedimentos migrantes, a partir das áreas que foram erodidas ou acrescidas no período de 1984 a 2008. Os autores indicaram que a região que se estende na direção norte-sul desde a foz do rio Guamá até o Furo Maguari, predomina a acreção ao longo de toda a costa.

Segundo Tancredi et al (2012) o uso das geotecnologias torna-se imprescindível para a constituição de meios de prova, associados à confecção de um laudo pericial. Os resultados obtidos possibilitam apoiar as ações, por exemplo, junto ao Distrito de Icoaraci (sul da ilha), com 91 casos de homicídio em 2015, sendo 25 em bairros próximos a furos e igarapés; e na busca por vítimas de naufrágios, como o ocorrido em 2014, que vitimou 2 pessoas, que foram encontradas no furo do Maguari, próximo a Mosqueiro (Corrêa & Arbage, 2019; SEGUP, 2020).

A Tabela 1 apresenta os dados do SISCOB (2021) com os valores dos registros que constam no sistema de cadastro do Corpo de Bombeiros. Verificam-se diversas subnotificações, principalmente pela descontinuidade de registros em alguns anos, mas é possível identificar que existe uma frequência associada de ocorrências na região, vinculadas à acidentes ligados ao transporte fluvial e ao uso das praias por banhistas.

Tabela 1 - Ocorrências associadas ao Corpo de Bombeiros do estado do Pará.

Ano	Local	Quantidade	Salvamento tipo	Gravidade		Característica do local
				Fatal	Não Fatal	
2016	Baía do Guajará nos meses de julho e agosto	1	Acidente em Meio de Transporte (Embarcação)		X	Praia de água doce
2017		3	Afogamento	X		Praia de água doce e Rio
2019		4	Afogamento	X	X	Praia de água doce e Mar
2015	Distrito de Icoaraci	5	Afogamento	X		Rio
2016		3	Afogamento		X	Rio
2015	Ilha de Mosqueiro	1	Afogamento		X	Praia de água doce
2017		1	Afogamento		X	Praia de água doce
2019		18	Afogamento		X	Praia de água doce

Fonte: SISCOB (2021). A busca foi realizada de 2015 até 2019, os anos que não constam, são interpretados por falta de informação da ocorrência no sistema. Assim como, interpreta-se como uma subnotificação algumas ocorrências, principalmente na Ilha de Mosqueiro.

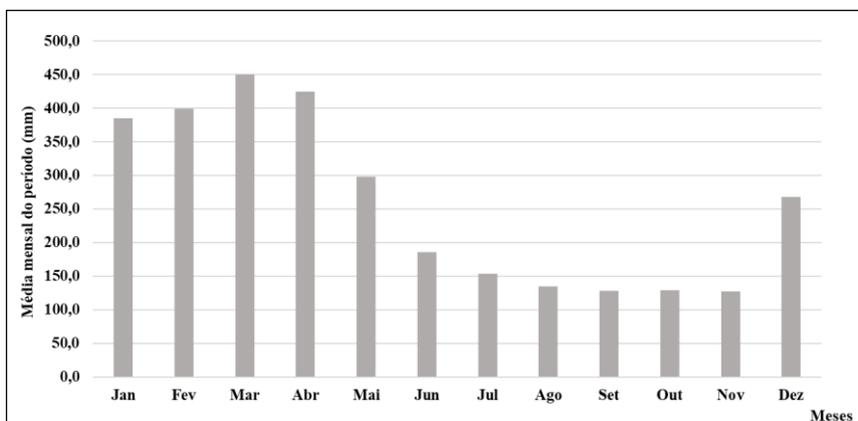
Algumas ocorrências podem aparentar uma menor frequência, porém quando se trata de perdas de vidas e/ou possibilidade de resgate, todos os elementos potenciais de apoio são necessários. Como por exemplo, cita-se o ocorrido no dia 07 de setembro de 2009, às 15 horas local, na Baía do Guajará, próximo ao terminal da SOTAVE em Icoaraci (Belém), onde o inquérito da Capitânia dos Portos, classificou como naufrágio de um barco-motor em decorrência do “grande volume de água que entrou na embarcação, devido a fortes ondas”, gerando o óbito de uma pessoa (Santos et al, 2016). Outras situações de surgimento de ocorrências na região mapeada, também podem ser exemplificados pelos registros apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Exemplos de ocorrências registradas em mídias digitais.

Registro	Fonte
12 de dezembro de 2021 foi registrada uma ocorrência no Furo do Maguari (região próxima a área “C” da Figura 4) em decorrência de uma pessoa ter caído de uma embarcação e submergido em uma marina particular no bairro do Tenoné, distrito de Icoaraci (Belém).	Amazônia (2021a)
10 de dezembro de 2021 foi encontrado o corpo do tripulante que desapareceu após um naufrágio de barco no distrito de Icoaraci na região do Furo do Rio Maguari (região próxima a área “C” da Figura 4).	Pará-G1 (2021a)
17 de outubro de 2021 uma embarcação de pequeno porte naufragou na Baía do Sol na Ilha do Mosqueiro (região próxima a área “A” da Figura 4). O corpo de um dos ocupantes foi localizado em 18 de outubro de 2021.	Pará-G1 (2021b)
11 de setembro de 2021 foi encontrado o corpo de um homem em Icoaraci (região próxima a área “C” da Figura 4).	Amazônia (2021b)
28 de setembro de 2019 foi encontrado no Furo do Maguari (região próxima a área “C” da Figura 4) (região próxima a área “C” da Figura 4) o corpo de dois adolescentes que saltaram da Ponte do Outeiro no dia anterior.	Marambaia Notícias (2019)

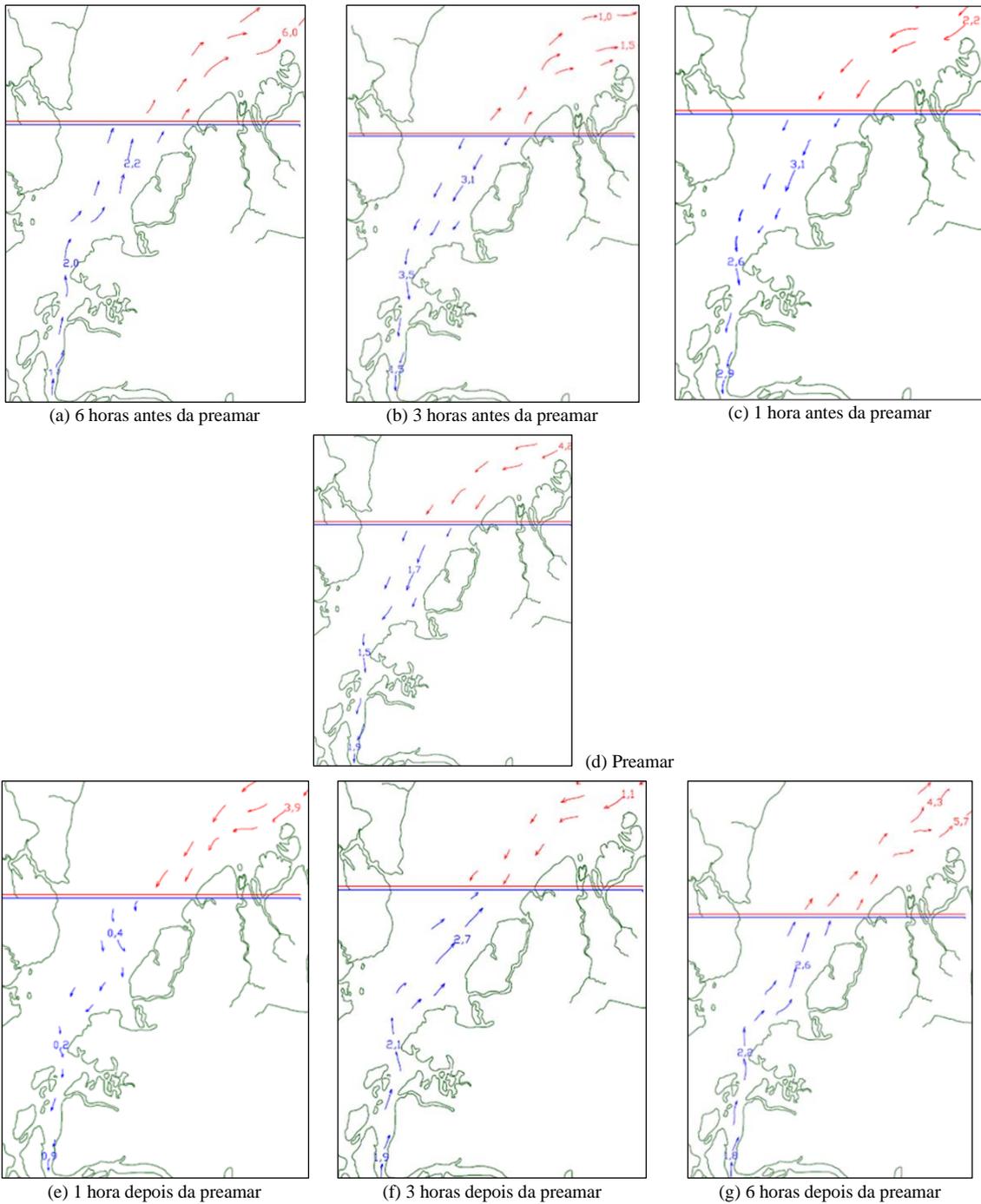
Considerando as informações da Figura 5 e das Tabelas 1 e 2, é necessário discutir o comportamento hidrológico da região. A Figura 6 apresenta o comportamento mensal das chuvas, a partir dos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) equivalente à normal climatológica de 1981-2010. E a Figura 7 representa o acompanhamento do comportamento das correntes realizado por Souza (2006) para as estações maregráficas de Cabo Maguari, Ilha dos Guarás (estas com alinhamento quase perpendicular ao fluxo de enchente e vazante) e Vila do Conde.

Figura 6 - Normal Climatológica do Brasil 1981-2010 (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Estação Belém): média mensal do período.



Fonte: INMET - Normal Climatológica do Brasil 1981-2010. Estação Belém.

Figura 7 - Comportamento relativo à carta de corrente (m/s): as linhas - superior (em vermelho) e inferior (em azul) - marcam os locais de transição dos fluxos.



Fonte: Souza (2006, pag. 108 a 114).

O comportamento associado das chuvas e das correntes de maré apresenta alguns aspectos que devem ser destacados, pois tornam-se importante tanto para entender a complexidade da região (estuarina) quanto para reforçar a necessidade do objeto do trabalho, que é a aplicação das geotecnologias como forma de

acompanhamento de tais variações:

- Na Figura 5 o perfil c-c' (direção WNW/ESSE, a norte da área de estudo) tem um canal principal que chega a uma profundidade de 27m, com sedimentos formados praticamente de areia média a silte grosso; já o perfil d-d' (WNW/ESSE, próximo à área de estudo) tem profundidade máxima de 18,5m, com sedimentos formados praticamente de areia média com a presença de alguns cascalhos. A distribuição relatada é compatível com a área de estuário com influência de atividades de maré, e diferenciação granulométrica marcada pelo comportamento hidrodinâmico da região, onde os materiais finos ocupam locais de área de maior profundidade (energia mais baixa) e os materiais grossos ocupam as menores profundidades (com energia mais alta) (Corrêa, 2006).
- A precipitação (média mensal do período) tem trimestre mais chuvoso de fevereiro até abril, com retorno a partir do mês de dezembro (Figura 6).
- A localização em uma área fluvial com regime de marés, torna a vazante mais duradoura que a enchente, principalmente durante o período de sizígia (onde a variação de maré pode atingir 3,6 m) (Gregório & Mendes, 2009). A morfologia e cobertura sedimentar da região indicam o comportamento de “rios com maré”, onde os estuários dominados por marés são aqueles onde estas correntes desempenham um papel fundamental no destino final dos sedimentos transportados (Corrêa, 2005).
- A variação do comportamento das correntes de maré ilustrada na Figura 7, com intervalo de 6 horas, antes e depois da preamar, para a região onde foi feita a caracterização proposta neste estudo, indica um aumento da velocidade até 3 horas antes da preamar, uma redução (para o valor de aproximadamente 1,5 m/s) na preamar; 1 hora depois da preamar, a velocidade continua a reduzir, iniciando o efeito de transição com inversão do movimento, que fica marcante em 3 horas depois da preamar, reiniciando o ciclo em 6 horas depois da preamar.

Tais fatores, ajudam a entender que mesmo durante o início do período chuvoso na região (em dezembro), possam ocorrer eventos de deposição de sedimentação na região. O efeito das marés associado a própria geometria do canal estuarino, permite que ocorram tais pulsos de deposição. Pela hidrodinâmica é esperado uma maior intensidade no período menos chuvoso, porém dependendo da resposta da ação das correntes a sedimentação existe pelo amortecimento da entrada do oceano, que regula bem o regime. Assim, para melhor validação das ocorrências das Tabelas 1 e 2, deve ser associado o registro do horário aproximado em que o “corpo” foi encontrado depositado na praia, para que, conjugado com as informações dos marégrafos próximos, possa ser definido o quanto foi possível o seu deslocamento.

No caso de acidentes ou ocorrências de crimes, a definição da morfologia do terreno apoia a reconstituição de cenários com “domínios” ou divisões topográficas com morfologias distintas, onde o uso do mapeamento de relevo, aliado a outros ativos (vegetação, solos, comportamento) economiza tempo da polícia em vasculhar a área no processo de busca (Ruffell & Mckinley, 2014). O que reforça a característica forense como multidisciplinar, com profissionais capazes de interpretar os dados a partir da aplicação das ferramentas tecnológicas disponíveis (Cotomácio & Lima, 2020).

O transporte fluvial nos rios amazônicos é considerado um elemento natural, dada a interligação do território por uma malha hídrica que permite seguir de Belém (PA) até Manaus (AM) conectando duas importantes capitais da região norte do país. Logo, uso das geotecnologias no apoio às ações de monitoramento, resgate de pessoas e avaliações periciais na região é de fundamental importância, principalmente pela dimensão territorial. Como aplicações podem ser citadas: a avaliação das condições de tráfego, mapeamento do número de acidentes, causas, circulação (direção e fluxos) de embarcações e pessoas em horários e períodos de maior frequência (Stassun & Prado Filho, 2012).

Os avanços tecnológicos associados as buscas em ambientes hídricos (fluviais, estuarinos e marinhos) devem incluir o uso mais intensivo de veículos autônomos subaquáticos, ou drones aquáticos associados ao imageamento superficial; a facilidade desta integração está na circulação no fundo dos vales ou no seu direcionamento junto ao longo da superfície junto aos sedimentos depositados (Ruffell, 2017). A velocidade

no processo de detecção, reduzindo o tempo entre a ocorrência e sua identificação, favorece o reconhecimento da cena de um afogamento, havendo resultados mais favoráveis a durações de submersão mais curtas em comparação com períodos de submersão mais longos (Quan et al, 2016).

A aplicação das geotecnologias facilita por serem métodos não destrutivos, que quando aplicados de maneira adequada, podem fornecer ao investigador forense uma enorme economia de tempo e custo na busca por evidências físicas (Davenport, 2001). Para os casos de naufrágios e afogamentos (por banhistas ou acidentais) possibilita a integração com os fatores do clima e demais elementos ambientais, que interferem no desempenho das infraestruturas, para estimar os riscos, desastres e cenários futuros de desempenho (Song & Wu, 2021), assim como a elaboração de modelos e estratégias de levantamento de informações (Saab et al, 2013).

O controle remoto também inclui o monitoramento da movimentação das correntes de maré, a fim de prever o destino de corpos, resíduos tóxicos ou de cargas poluidoras, que podem ser levados para a costa (Brilis et al, 2000; Ruffell & Mckinley, 2005). Desta forma, as geotecnologias são ferramentas complexas que requerem planejamento, com a definição do objetivo do projeto, disponibilidade de informações e considerações de desenvolvimento de dados, principalmente pelo uso sistemático do Sistema de Posicionamento Global (GPS) acoplado ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), que pode registrar facilmente os locais de amostragem e outras características ambientais, sendo usados não apenas para capturar informações espaciais, mas também para avaliar e quantificar a precisão espacial dos mapas digitais existentes (Brilis et al, 2001).

4. Conclusão

A região ao entorno da Ilha de Mosqueiro apresenta seis áreas com potenciais de sedimentação, sendo a mais expressiva a localizada próxima a localidade de Jenipaúba da Laura. As áreas próximas as localidades de Carananduba e Mosqueiro foram as áreas que apresentaram indícios de sedimentação em todos os anos, em contraste com as demais. A metodologia aplicada permite identificar locais onde a ação integrada entre a ação das correntes e marés pode direcionar as vítimas de naufrágio ou outras formas de acidente (ou homicídio) para as áreas de praias ou de instalação de barras arenosas.

O uso de geotecnologias aplicadas às práticas forenses constitui uma forma de mapeamento preliminar ou direcionador das ações, que permite a economia de tempo, integração de ações multidisciplinares, atuando como uma ferramenta de suporte à decisão, a ser empregada na configuração da prova pericial. O caráter multidisciplinar possibilita a diversidade de usos, sempre visando a qualidade e precisão da informação.

O emprego das geotecnologias unicamente não fornece subsídios à todas as questões associadas à atividade pericial, porém facilita muito o reconhecimento de grandes áreas e agiliza o trabalho dos agentes, focalizando em regiões de maior potencial. A adoção de ferramentas mais ágeis, vinculadas de avaliação geoespacial, torna-se de significativa importância na Amazônia, dada suas dimensões e complexidade de ambientes, principalmente se focalizar nos hídricos, com sua densa malha hidrográfica e susceptibilidade à ocorrência de acidentes com perdas de vida e/ou material, sejam estes decorrentes de desastres naturais ou ocasionados por ação criminal ou acidental de origem antrópica.

5. Agradecimentos

Corpo de Bombeiros do Estado do Pará e a Universidade Federal do Pará - Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (LEMHA) e Laboratório de Sensoriamento Remoto (LAGEO).

6. Referências

Botteon, V. W. (2016). Aplicabilidade de ferramentas de geotecnologia para estudos e perícias ambientais. *Revista Brasileira de Criminalística*, 5(1), 7-13. doi.org/10.15260/rbc.v5i1.110.

Brilis, G. M., Gerlach, C. L. & Van Waasbergen, R. J. (2000). Remote Sensing Tools Assist in Environmental Forensics. Part I: Traditional Method. **Environmental Forensics**, 1(2), 63-67. doi.org/10.1006/enfo.2000.0009.

Brilis, G. M., Van Waasbergen, R. J., Stokely, P. M. & Gerlach, C. L. (2001). Remote Sensing Tools Assist in Environmental Forensics: Part II - Digital Tools. **Environmental Forensics**, 2(3), 223-229. doi.org/10.1006/enfo.2000.0033.

Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil. (1962). **DG10-I-1: Carta de Correntes de Maré Rio Pará de Salinópolis a Belém**. Belém (PA): Diretoria de Hidrografia e Navegação.

Corrêa, I. C. S. (2006). Aplicação do Diagrama de PEJRUP na interpretação da sedimentação e da dinâmica do estuário da Baía de Marajó-PA. **Pesquisas em Geociências**, 32 (2), 109 - 118.

Corrêa, R. S. S. L. & Arbage, M. A. (2019). Distribuição espacial dos homicídios na cidade de Belém (PA): entre a pobreza/ vulnerabilidade social e o tráfico de drogas. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 11, e20180126. doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180126.

Cotomácio, A. C. & Lima, B. L. (2020). The Use of a Low-cost Drone in Aerophotogrametry and Its Application in the Environmental Forensic Investigation. **Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics**, 9(4), 459-476. doi.org/10.17063/bjfs9(4)y2020459-476.

Davenport, G. C. (2001). Remote Sensing Applications in Forensic Investigations. **Historical Archaeology**, 35(1), 87-100.

Gil, A. P. & Coelho, A. L. N. (2018). Análise do comportamento espaço-temporal das geoformas fluviais do baixo curso do rio Doce com o auxílio de imagens orbitais LANDSAT 8, Linhares, ES. *In*: Tullio, L. (Org.) **Aplicações e princípios do sensoriamento remoto**. Vol. 2, Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 14-24.

Gregório, A. M. S. & Mendes, A. C. (2009). Batimetria e sedimentologia da baía de Guajará, Belém, estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, 5(9), 53-72.

Oliveira, A. B., Santos, V. P. & Borba, M. L. (2021). Levantamento de conservação de vegetação adjacente a cursos d'água dentro da perícia ambiental: o uso de ferramentas de geotecnologia. **Revista Brasileira de Criminalística**, 10(1), 57-63, 2021. doi.org/10.15260/rbc.v10i1.459.

Quan, L., Bierens, J., Lis, R., Rowhani-Rahbar, A., Morley, P. & Perkins, G. D. (2016). Predicting outcome of drowning at the scene: A systematic review and meta-analyses. **Resuscitation**, 104, 63-75. doi.org/10.1016/j.resuscitation.2016.04.006

Ramos, M. P. & Nóbriga, R. A. A. (2020). Geotecnologias em perícias ambientais: aplicabilidade para estudos em represas de abastecimento e áreas protegidas. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, 11(3), 469-484, 2020. doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0036.

Ruffell, A. (2017). How science is helping the police search for bodies in water. **The Conversation**. theconversation.com/amp/.

Ruffell, A. & Mckinley, J. (2014). Forensic Geomorphology. **Geomorphology**, 206, 14-22.

doi.org/doi:10.1016/j.geomorph.2013.12.020.

Ruffell, A. & Mckinley, J. (2005). Forensic Geoscience: applications of geology, geomorphology and geophysics to criminal investigations. **Earth-Science Reviews**, 69(3-4), 235-247. doi.org/10.1016/j.earscirev.2004.08.002.

Saab, R. R. R., Rodrigues, M. G. & Lins, G. A. (2013). **Métodos para perícia ambiental forense**. Rio de Janeiro: SIRIUS, 242p.

Santos, L. F., Sousa, A. M. L. & Faial, K. C. F. (2018). Análise de metais no sedimento na baía do Guajará Belém/PA. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, 9(4), 314-325. doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.004.0025.

Santos, S. H. M., Vitorino, M. I., Souto, J. I. O. & Rocha, E. J. P. (2016). Acidentes com transportes hidroviários em ocasião de extremos meteorológicos. **Revista de Pesquisa Naval**, 1, 37-44.

Silva Junior, A. G. & Silva, A. Q. (2017). Uso de QA Bands do Landsat 5 na detecção de mudanças da linha de costa na Baía do Guajará, Belém-PA. **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos, SP, 18.

Song, Y. & Wu, P. (2021). Earth Observation for Sustainable Infrastructure: A Review. **Remote Sensing**, 13(1528), 1-20. doi.org/10.3390/rs13081528.

Souza, R. R. (2006). **Modelagem numérica da circulação de correntes de maré na Baía de Marajó e rio Pará (PA)**. 2006. 159f. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

Stassun, C. C. S. & Prado Filho, K. (2012). Geoprocessamento como prática biopolítica no governo municipal. **Revista de Administração Pública**, 46(6), 1649-1669.

Tancredi, N. S. H., Almeida, J. R., Lins, G. A., Guerra, A. J. T. & Jorge, M. C. O. (2012). Uso de geotecnologias em laudos periciais ambientais: estudo de caso no município de Jacundá, Pará. **Revista Geografar**, 7(1), 1-19. doi.org/10.5380/geografar.v7i1.21252.

Bases digitais de consulta

Amazônia. **Polícia investiga morte de influenciadora após passeio de lancha em rio de Belém**. (2021a). Disponível em www.oliberal.com/policia. 13/12/2021, 14h50.

Amazônia. **Bombeiros localizaram corpo de homem desaparecido em Icoaraci**. (2021b). Disponível em www.oliberal.com/policia. 11/09/2021, 17h28.

Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil. **Tabuas de Maré**. (2019). Belém (PA): Diretoria de Hidrografia e Navegação. Disponível em www.tabuademares.com/br/para/belem.

Copernicus. **Copernicus Open Access Hub**. 2019. Disponível em www.scihub.copernicus.eu/dhus/#/home. Engesat. **Soluções em imagens de satélite e geoprocessamento**. (2019). Disponível em www.engesat.com.br/imagem-de-satelite.

Marambaia Notícias. **Adolescentes que se afogaram no furo do Maguari foram encontrados próximo a Ponte de Outeiro.** (2019). Disponível em www.marambaianoticiaspara.blogspot.com. 29/09/2019.

O Liberal. **Resgatado corpo de adolescente afogado.** (2016). Cidades, p. 3. Disponível em [www2.mppa.mp.br/sistemas/intranet/framework/view/upload/POLICIA\(237\).pdf](http://www2.mppa.mp.br/sistemas/intranet/framework/view/upload/POLICIA(237).pdf).

Pará. **Bombeiros registram três afogamentos nos balneários do Estado.** (2021). Disponível em www.segup.pa.gov.br/noticias. 06/11/2021, 15h00.

Pará-G1. **Bombeiros encontram corpo de tripulante de embarcação que virou em Belém.** (2021a) Disponível em www.g1.globo.com/pa/para/noticia. 10/12/2021, 12h47.

Pará-G1. **Homem morre após embarcação naufragar em Belém.** (2021b) Disponível em www.g1.globo.com/pa/para/noticia. 18/10/2021, 14h48.

SEGUP. **Portal da Transparência da Segurança Pública.** (2020). Disponível em www.sistemas.segup.pa.gov.br/transparência.

SISCOB. **Estatísticas de Ocorrências.** Corpo de Bombeiros do Estado do Pará. (2021). Disponível em www.siscob.bombeiros.pa.gov.br/estatistica/index.php.