

## **DECOMPOSIÇÃO E REFLUTUAÇÃO DE CORPOS EM AMBIENTES AQUÁTICOS: IMPLICAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO DE BUSCAS**

*Leonardo Steiner dos Santos*<sup>1</sup>  
<https://orcid.org/0009-0006-1946-7761>

### **RESUMO**

Este artigo tem a intenção de realizar um levantamento da literatura atual que versa sobre o comportamento de um corpo humano sem sinais vitais dentro de ambientes aquáticos e a sua busca por equipes especializadas. Além disso, busca-se estudar como a decomposição atua na flutuabilidade desses corpos e, conseqüentemente, em quais momentos eles se tornam mais vulneráveis as correntes de superfície — principais responsáveis por sua deriva e pelo aumento da área de busca. Foram levantadas diversas variáveis que atuam sobre a decomposição e a flutuação — sendo a temperatura da água, por exemplo, uma das variáveis mais importantes. Apesar de essencial para otimizar o planejamento das buscas, obter um valor de referência para o momento que o corpo reflutua é difícil devido ao grande número de variáveis envolvidas: temperatura, salinidade, quantidade de oxigênio dissolvido, profundidade, irregularidade do fundo do mar, o tipo de roupa da vítima, a presença de insetos, entre outras. Uma boa referência para o momento da reflutuação é o uso da variável Graus Dias Acumulados (ADD) que, simplificada, pode ser entendida como a soma da temperatura da água durante os dias, sendo o valor final de “130” usado como referência aproximada para o dia da reflutuação. Os dados levantados por este trabalho, poderão contribuir para um planejamento mais eficaz para as equipes e para a escolha do melhor momento de se fazer as buscas subaquáticas ou superficiais, aumentando, dessa forma, as chances de encontrar o corpo e entregá-lo mais rapidamente à perícia e conseqüentemente aos familiares da vítima.

**Palavras-chave:** Decomposição cadavérica; Flutuabilidade; Ambiente aquático; Graus Dias Acumulados; Operações de busca e salvamento.

---

<sup>1</sup> Cabo do Grupamento de Busca e Salvamento (GBS) do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC). Graduação em Engenharia de Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), especialização em Geodésia, Cartografia e Geoprocessamento pela Faculdade Libano. leo\_steiner@hotmail.com ..

## **DECOMPOSITION AND REFLOAT OF BODIES IN AQUATIC ENVIRONMENTS: IMPLICATIONS FOR SEARCH PLANNING**

### **ABSTRACT**

This article aims to survey the current literature on the behavior of a human body without vital signs in aquatic environments and its search by specialized teams. In addition, it seeks to study how decomposition affects the buoyancy of these bodies and, consequently, at what moments they become more vulnerable to surface currents — the main causes of their drift and the increase in the search area. Several variables that affect decomposition and buoyancy were surveyed — water temperature, for example, being one of the most important variables. Although essential, obtaining a reference value for the moment the body refloats is difficult due to the large number of variables involved: temperature, salinity, amount of dissolved oxygen, depth, irregularity of the seabed, the type of clothing the victim was wearing, the presence of insects, among others. A good reference for the time of refloating is the use of the variable “Accumulated Degree Days” (ADD), which, in simple terms, can be understood as the sum of the water temperature during the days, with the final value of “130” used as an approximate reference for the day of refloating. The data collected by this work can contribute to more effective planning for the teams and to choosing the best time to conduct underwater or surface searches, thus increasing the chances of finding the body and delivering it more quickly to the forensic authorities and the victim’s family.

**Keywords:** Cadaveric decomposition; Buoyancy; Aquatic environment; Accumulated Degree Days; Search and rescue operations.

**Artigo Recebido em 18/01/2025**  
**Aceito em 30/03/2025**  
**Publicado em 10/04/2025**

## 1. INTRODUÇÃO

Instituições como o Corpo de Bombeiros, responsável pelo resgate em locais de difícil acesso, e a Polícia Científica, encarregada da identificação de corpos humanos, desempenham um papel crucial para familiares e amigos da vítima que, uma vez recebendo a confirmação do acontecido, possam ter, além de um alento e diminuição da angústia da espera, a possibilidade de enterrar e se despedir dignamente de seu ente.

Segundo Ellingham, Perich e Tidball-binz (2017, p. 03, tradução nossa):

Todo ser humano tem o direito de não perder a sua identidade após a morte, e a necessidade de recuperar e identificar o falecido por razões humanitárias, judiciais e administrativas, não é apenas universalmente reconhecido, mas também perpetuado no direito interno e internacional, como a Lei de 1949 Convenções de Genebra e seus Protocolos Adicionais de 1977.

Em relação a busca de um corpo, para além do aspecto moral envolvido e do alento propiciado aos familiares, as instituições têm seu regulamento a cumprir. Em Santa Catarina, por exemplo, a lei ordinária 5074 de 24 de outubro de 1974 que dispõe sobre a organização básica da Polícia Militar de Santa Catarina, traz informações sobre os serviços prestados pelo Grupamento de Busca e Salvamento (GBS), responsável, na região da grande Florianópolis, pela busca de corpos. Em seu Art. 2º inciso V escreve que compete a Polícia Militar<sup>2</sup>:

Realizar serviços de prevenção de incêndios e de extinção simultaneamente com o de proteção e salvamento de vidas e materiais no local do sinistro, bem como o de busca e salvamento prestando socorros em casos de afogamentos, inundações, desabamentos, acidentes em geral, catástrofes e calamidades públicas.

<sup>2</sup>Até 2003, a Polícia e o Corpo de Bombeiros de Santa Catarina permaneciam integrados

Parte do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), o GBS é rotineiramente acionado para a busca de vítimas de afogamento ou para prestar apoio a Polícia Científica. No primeiro caso, por exemplo, pode-se destacar a busca de corpos de tentantes que se jogam das pontes de acesso à ilha de Florianópolis.

Já no segundo caso, o de apoio, normalmente envolve a retirada do corpo de lugares de difícil acesso, como trilhas, locais de maior altitude ou ambientes aquáticos onde se faz necessário o uso de técnicas e equipamentos específicos.

## **2 POSSÍVEIS CAUSAS DE MORTES EM AMBIENTES AQUÁTICOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS FISIOLÓGICAS NA SUBMERSÃO DE UM CORPO**

O Grupamento de Busca de Florianópolis atende a diversas ocorrências de afogamento, sendo duas causas bastante rotineiras. A primeira se decorre dos “arrastamentos” nas correntes de retorno nas praias da região. A segunda se verifica nas situações em que pessoas (principalmente menores) se arriscam em corpos d’água distintos (lagos, lagoas e rios) sem para isso ter o conhecimento básico de natação ou dos riscos existentes. É possível ainda citar outras ocorrências atendidas: tentantes que pulam de pontes ou em corredeiras, pescadores e turistas que caem das embarcações na água, ou ainda, acidentes por colisão entre embarcação e pessoa em meio aquático.

Estes afogamentos relatados podem ser classificados como primários e secundários, sendo este último caso característico das situações em que há um trauma, uma doença ou outra situação que, conforme o Manual de Capacitação em Salvamento Aquático (CBMSC, 2021), cause o impedimento da vítima de permanecer na superfície, implicando, secundariamente, no seu afogamento.

As diferentes formas de afogamento geram diferentes condições fisiológicas no corpo, influenciando o seu comportamento dentro da água. De forma simplificada, quanto mais ar a vítima reter nos pulmões, menor será a velocidade de afundamento (submersão), e maior será o deslocamento (deriva) horizontal do corpo. Segundo Rebmann, David e Sorg (2000), o afogamento secundário, denominado pelos autores como “afogamento seco”, ocorre em 15% dos casos e é gerado, por exemplo, em situações decorrentes de trauma, como uma pancada na cabeça, implicando em pouca ou nenhuma entrada de água nos pulmões e, conseqüentemente, um maior deslocamento horizontal antes de começar a afundar — o que é comum nos afogamentos em rios onde normalmente existem muitas pedras e fortes correntes superficiais.

Estudos realizados por Hunsucker e Davison (2013) verificaram, com o uso de modelos matemáticos e testes práticos em piscina, que um corpo sofre um afundamento rápido quando negativo (pouco ou nenhum ar nos pulmões). Os autores não só empregaram fórmulas que levavam em consideração variáveis como peso, tamanho do tórax e profundidade da água, como também cronometraram o tempo de afundamento de uma pessoa após expelir o ar dos pulmões, tornando-se, assim, negativo em uma profundidade de dois metros. O estudo chegou a conclusão que o tempo necessário para alcançar o fundo é inferior a 10 segundos. Outro fator interessante apontado é a posição do corpo durante o afundamento, que — por ter o centro de gravidade na pelve e o centro de flutuação na região média do peito, e por conter ainda um pouco de ar residual nos pulmões — acaba tendo o seu centro de flutuação mais alto, de modo que o corpo tem a tendência de assumir uma posição vertical (tocando os pés primeiro no fundo) — posição essa que aumenta a sua velocidade de descida. Ao tocar no fundo, o corpo se aproxima do plano horizontal, com o tórax levemente mais elevado com a cabeça e os braços pendidos, até perder o ar dos pulmões e todo o corpo tocar o solo.

Outra variável importante na velocidade de submersão de um corpo é a densidade da água. A água doce, por ser menos densa, gera uma velocidade maior de afundamento. Esse fator foi estudado por Armstrong e Erskine (2018) que, ao comparar a velocidade na água doce e salgada, chegaram aos valores de 2 e 1,5 pés por segundo respectivamente (em centímetros temos aproximadamente 60 e 46 cm por segundo), ou seja, um valor quase 25% mais rápido na água doce.

Ellingham, Perich e Tidball-Binz (2017) relatam que a densidade do corpo humano varia entre 0,97 a 0,98 g/cm<sup>3</sup>, enquanto a água salgada possui 1,024 g/cm<sup>3</sup>. Assim, sendo o corpo menos denso, sua tendência é flutuar naturalmente no mar. Contudo, pequenas variações de água no interior do pulmão e estômago podem levar a submersão. Com o afundamento do corpo e o aumento da pressão hidrostática de 1 atm a cada 10 m de profundidade, os gases no seu interior são comprimidos, aumentando ainda mais a velocidade de submersão. Ao encostar no fundo, fatores como o atrito com o substrato, a força de gravidade e a diminuição das correntes com a profundidade, fazem com que o corpo apresente uma deriva horizontal mínima. Deslocamentos horizontais maiores ocorrem principalmente na superfície, existindo casos em que a deriva chega a 380 km em apenas 60 horas (aproximadamente seis quilômetros por hora).

### **3 CARACTERÍSTICAS DA DECOMPOSIÇÃO E REFLUTUAÇÃO DE UM CORPO**

Um fator importante a ser considerado pelas equipes de resgate é o tempo que o corpo fica sujeito as correntes na superfície. Quanto mais tempo o corpo demorar para afundar e quanto menos tempo levar para reflutuar, mais será influenciado por essas correntes, gerando, conseqüentemente, maiores deriva e área de busca. Por este motivo, torna-se indispensável entender a

decomposição e a formação dos gases que influenciarão na densidade do corpo e na sua reflução. Fatores físicos, como profundidade, temperatura da água, presença de oxigênio, e fatores biológicos como a presença de diferentes tipos de bactérias e demais seres vivos —, influenciam diretamente na decomposição dos corpos.

A temperatura da água pode ser considerada uma das variáveis mais importantes no que diz respeito a velocidade da decomposição. Temperaturas mais elevadas aceleram esse processo e fazem o corpo refluir mais cedo em relação aos cenários envolvendo águas mais frias. Hegton et al. (2010) informam que a luz solar dificilmente chega aos dois metros de profundidade e que corpos em profundidades maiores estarão sujeitos a menores temperaturas, o que retarda ou interrompe temporariamente o processo de decomposição. Da mesma forma, ainda que em profundidades menores que dois metros, caso o corpo se encontre em áreas com sombra, a taxa de decomposição também será menor.

Alcarria (2000 *apud* Shiroma, 2012) relata que em temperaturas de aproximadamente 38° F (3,3° C) ocorre uma interrupção no processo de decomposição, atuando na preservação do corpo por meio da refrigeração. Reisdorf *et al.* (2012), a partir de estudos com carcaças de cetáceos, observam que as bactérias intestinais praticamente param sua atividade em temperaturas abaixo de 4° C e as enzimas responsáveis pela autólise (morte celular) permanecem ativas até -5° C. Esses dois artigos demonstram a importância da temperatura e apontam temperaturas extremas a partir das quais possivelmente ocorre a parada da decomposição. Indiretamente, ambos também demonstram que baixas temperaturas retardam a decomposição e, por conseguinte, a reflução, o que pode levar a um aumento considerável no tempo das buscas efetuadas pelas equipes de resgate.

Reisdorf *et al.* (2012) também apontam que as bactérias são responsáveis pela formação de gases como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e, em menor

quantidade, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S e até mesmo o O<sub>2</sub>. Esses gases são responsáveis pelo aumento do volume, promovendo a diminuição da densidade do corpo até o limite em que a água do meio, com densidade maior, faz o corpo reflutuar. Devido a pressão hidrostática sobre os gases, o corpo dificilmente reflutua em ambientes marinhos com profundidade maior de 100 m, já que, comprimidos, os gases não aumentam consideravelmente o volume do corpo.

Humphreys *et al.* (2012) acrescentam que a atividade de larvas e insetos diminui com a profundidade e raramente sobrevivem abaixo dos três metros. Estes organismos são responsáveis por perfurar a camada de proteção do corpo, facilitando a entrada de outros organismos, acelerando assim a decomposição. Em ambiente terrestre, devido a abundância desses organismos, a taxa de decomposição é mais alta que na água. Também associado a esse fator, a presença de roupas e calçados na vítima dificulta a ação dos insetos e larvas, retardando a decomposição, principalmente em regiões como o pé e cintura pélvica, tal como descrito por Palmer (2022). Os vestuários, dependendo da sua espessura e material, também podem aprisionar bolhas de gás que, mesmo em pequena quantidade, podem influenciar significativamente na reflutuação do corpo.

Outro fator que pode retardar a reflutuação é o tipo de fundo: locais com muitas rochas, fendas, cavernas, galhos ou outros obstáculos podem trancar parte do corpo ou da roupa da vítima, fazendo com que mesmo possuindo densidade menor que o meio, não consiga reflutuar. Rebmann *et al.* (2000) acrescentam ainda que temperaturas baixas, pode acelerar o *rigor mortis* (enrijecimento dos músculos) e prolongar esse processo, dificultando o destrancamento do corpo de certos tipos de obstáculos.

Grassey e Bray (2014) trazem outras variáveis como: a massa corporal da vítima, já que a presença de gordura leva a um incremento da flutuabilidade; o estado de saúde, uma vez que a presença de infecções bacterianas pré existentes podem acelerar a decomposição e, por último, a alimentação



recente, pois carboidratos ou bebidas com gás podem atuar na aceleração da reflução. A essas variáveis, Teather (1994) acrescenta o fato de que o corpo pode apresentar duas flutuações: uma primária, normalmente entre 24 a 72 horas após a submersão, gerada pelos gases do trato digestivo (abdome estendido), os quais, expulsos na superfície da água, fazem o corpo retornar ao fundo; e a flutuação secundária decorrente da formação generalizada dos gases em todo o corpo, que tem como característica deixar os membros inchados.

A variação da maré é outra variável importante a se considerar, pois pode influenciar no deslocamento do corpo, tanto horizontalmente como verticalmente. A corrente de maré nas desembocaduras de rios ou lagunas normalmente se desloca pelo fundo para dentro desses ambientes, muitas vezes no sentido contrário a corrente de superfície, podendo induzir as equipes de resgate ao erro no processo de escolha do padrão de busca, já que intuitivamente se imagina o deslocamento do corpo a favor da corrente de superfície. Outro fator é a pressão hidrostática da coluna de água sobre um corpo, a qual pode reduzir consideravelmente nas marés vazantes de sizígia, possibilitando que o corpo reflutua mais rápido. Heaton *et al.* (2010) apontam que a subida e a descida da maré podem expor o corpo quando em baixa profundidade, acelerando o processo de decomposição por sujeitá-lo ao aumento da temperatura e ao acesso a diversos organismos. Mateus, Pablo e Vaz (2013) afirmam que em dois casos de afogamento estudados, o corpo foi encontrado na maré seca (baixamar), o que pode comprovar a importância da maré no deslocamento do corpo.

Palmer (2022) entende que um corpo após reflutuar irá inevitavelmente voltar a afundar, pois, sendo os gases eliminados, a maior exposição ao ataque de organismos como moscas varejeiras e besouros carniceiros farão com o que o corpo sofra esqueletização de áreas, aumentando a densidade e retornando ao fundo.

#### **4 OUTRAS VARIÁVEIS TAMBÉM IMPORTANTES NA MOVIMENTAÇÃO DE UM CORPO**

Segundo Palazzo *et al.* (2019) a temperatura é o principal fator na taxa de decomposição de um corpo, tanto na água como no ar, e acrescentam que a salinidade é outra variável importante, uma vez que a água salgada retarda a atividade bacteriana. Ellingham, Perich e Tidball-binz (2017) relatam ainda que a baixa salinidade do meio (água doce) faz com que a água entre nas células do corpo para equilibrar a diferença, levando os órgãos a incharem e romperem, acelerando a decomposição. Também segundo os autores, a concentração de oxigênio na água abaixo dos 2 ml/l pode retardar ou anular a atividade de catadores (animais que se alimentam de cadáveres), o que mantém intacta a roupa e a pele do corpo, dificultando a entrada de outros organismos. Nesse caso, a decomposição não é interrompida, apenas desacelerada, já que as bactérias anaeróbicas e a autólise das células por enzimas se mantêm. Tais ambientes hipóxicos facilitam a formação da adipocere, um subproduto ceroso da gordura tecidual do corpo, que também promove a redução da decomposição.

Anderson e Bell (2016) entendem que em ambientes altamente oxigenados, os catadores podem esqueletizar um corpo em menos de quatro dias. Estudos com carcaça de porcos a trezentos metros de profundidade demonstraram que os primeiros catadores a atuar são os anfípodos (baratinhas), seguido dos camarões e tubarões. Dickson *et al.* (2010) afirmam que a utilização da carcaça de porco em experimentos é positiva, pois apresenta a pele, fauna cutânea e gastrointestinal semelhante a humana. Beasley, Olson e DeVault (2012) comentam que o papel limitado das bactérias e a estabilidade temporal das condições ambientais do fundo do mar, quando

comparadas ao meio terrestre, promoveram a evolução de uma macrofauna, cuja principal fonte de alimentação são os nutrientes advindos de cadáveres.

## **5 APLICAÇÕES PARA AS EQUIPES DE BUSCAS**

O conhecimento do comportamento de deslocamento do corpo de uma pessoa no meio aquático é de extrema importância, para que as equipes possam traçar a melhor estratégia de busca e resgate. Conseguindo visualizar o maior número de variáveis e suas influências sobre o corpo, a equipe consegue fazer a escolha de um padrão de busca mais eficaz, trazendo-o o quanto antes para a identificação pelas instituições competentes e para os familiares da vítima.

Como mencionado anteriormente, a temperatura atua diretamente sobre a decomposição e indiretamente na movimentação de um corpo, Palmer (2022) recomenda o uso do cálculo de Graus Dias Acumulados (*Accumulated Degree Days* ou ADD) a fim de prever o tempo necessário para que o corpo reflutue e que as equipes substituam a busca submersa pela superficial. Philipsan e Walkerc (2024) acrescentam que o ADD é uma medida da quantidade de energia térmica acumulada necessária para que o corpo inche e reflutue acrescentando ainda que o intervalo de tempo entre a submersão e a reflutuação de um corpo pode ser identificado como o “intervalo de submersão *post-mortem*” (*Postmortem Submersion Interval* ou PMSI). Estes autores apontam que comumente a oceanografia forense faz uso do ADD para estimar o retorno do corpo a superfície e o início de uma deriva significativa.

De forma simplificada, Heaton *et al.* (2010) explicam que um corpo exposto ao ar ou a água com temperatura de 20°C por 5 dias desenvolve a mesma velocidade de decomposição de um cenário em que estivesse a 5°C por 20 dias, já que em ambos os casos o ADD é de 100 (soma da temperatura diária pelos dias em questão). Matheus e Vieira (2014) sugerem em seus

estudos que o corpo tende a reflutuar na faixa de ADD entre 100 a 140, sendo o valor 130, portanto, uma referência hipotética que pode trazer pistas para os trabalhos de busca. Esse valor revela a importância de se acompanhar a temperatura da água na região em que o corpo afundou, de modo que se possa intensificar as buscas superficiais na medida que se verifique a aproximação com esse ADD.

Mateus, Pinto e Leitão (2015) relatam estudos em que a reflutuação de um corpo pode demorar de dois dias no verão até três semanas no inverno, ou mais, dependendo da temperatura da água. Essas informações demonstram que o corpo reflutuará mais rápido no verão, período do ano em que normalmente temos águas mais quentes. O CBMSC, em sua diretriz Nr-21-11, traz como referência cinco dias de buscas “subaquáticas” no verão e dez dias no inverno, tendo, após esse período, a intensificação das buscas superficiais. Polazzo *et al.* (2019), em seus 15 anos de estudos com corpos submersos recuperados nos rios do norte da Itália, encontrou um PMSI médio de 5,5 dias no verão e 11,6 dias no inverno, ficando bastante próximo, portanto, dos valores usados como referência pelo CBMSC.

Em seus estudos, Armstrong e Erskine (2018) mostram a importância do uso das testemunhas de uma ocorrência para o planejamento das buscas. No caso de um afogamento seguido de óbito, a testemunha pode apontar o último local que a vítima foi vista, auxiliando no posicionamento do mergulhador. Nos casos em que as informações de mais de uma testemunha não coincidem, pode-se fazer uma triangulação entre os pontos, delimitando uma área de busca e uma distância específica da margem. Os autores acrescentam que após encontrado o último ponto avistado, um cálculo da velocidade de submersão do corpo deve ser realizado, utilizando uma constante de velocidade de acordo com o tipo de água e a profundidade. Para água doce, a velocidade é de dois pés por segundo (aproximadamente 0,61 m/s) e para água salgada é de 1,5 pés por segundo (aproximadamente 0,46 m/s). Esses

dados são importantes para saber o tempo que o corpo permanece sob influência direta das correntes e, com isso, estimar o tamanho da área de busca, já que quanto maior a corrente, maior a área obtida.

Para encontrar a profundidade, podemos utilizar uma embarcação com sonda, que exibe o valor automaticamente na tela do equipamento; ou lançar mão de uma técnica mais rudimentar, utilizando, por exemplo, de um cabo com medidas conhecidas e em cuja extremidade é amarrado um peso que, ao tocar o fundo, nos permite aferir um valor aproximado para a profundidade. Outra variável importante para o cálculo da área de busca é a velocidade da corrente. Para medi-la, pode-se usar o computador de bordo de uma embarcação, sendo a velocidade necessária para se manter parado no ponto da vítima igual à velocidade aproximada da corrente. Alternativamente é possível medir o deslocamento de um objeto na superfície da água, verificando a distância e o tempo para percorrer dois pontos como, por exemplo, entre a proa e popa de uma embarcação ancorada e com tamanho conhecido. Com esses dados, utilizamos a fórmula  $velocidade = distancia / tempo$ , obtém-se como resultado a velocidade da corrente.

Com o tipo de água, profundidade e velocidade de corrente podemos calcular uma área de busca. Para facilitar a compreensão, imagine uma ocorrência hipotética de afogamento seguida de submersão em um rio com profundidade de seis metros e velocidade da corrente de superfície de 1 m/s. Para determinar a área de busca, divide-se a profundidade de seis metros pela velocidade de submersão em água doce (0,61 m/s), obtendo um tempo aproximado de dez segundos para o corpo tocar o fundo. Multiplicando os dez segundos por 1 m/s da velocidade de corrente, teremos o resultado de dez metros, o que indica que a vítima tem uma grande probabilidade de estar a essa distância do último ponto visto.

Segundo os autores Armstrong e Erskine (2018), em águas paradas, como um lago por exemplo, um corpo, ao afundar, geralmente não se move

horizontalmente mais do que um pé para cada pé de profundidade (30,5 cm aproximadamente). De forma grosseira, o raio da área de busca em águas paradas é igual à profundidade, o que facilita bastante no momento do planejamento.

Sobre o serviço da equipe de mergulho responsável pela recuperação do corpo, pode-se destacar algumas dificuldades inerentes as buscas como: a baixa visibilidade, água contaminada, correnteza, enrosco, entre outros. Palmer (2022) relata a importância de se trabalhar em, pelo menos, três mergulhadores, sendo dois deles no fundo, realizando a busca, e um na superfície para o apoio. Ainda acrescenta que alguns equipamentos podem auxiliar nas buscas e reduzir os riscos aos mergulhadores, podendo-se citar o sonar de varredura lateral e o veículo subaquático operado remotamente (ROV). Shiroma (2012) entende ainda que o uso de cães treinados pode mitigar os riscos e auxiliar os mergulhadores no planejamento e escolhas de áreas mais prováveis. Além disso, deve-se cuidar com o transporte do corpo para a superfície tendo em vista sua importância para a perícia. Nesse sentido, Ellingham, Perich e Tidball-binz (2017) apontam que os restos mortais devem ser ensacados debaixo da água a fim de minimizar a perda de evidências.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foi possível constatar que a temperatura da água é um fator primordial na taxa de decomposição, de tal modo que temperaturas mais elevadas aceleram a formação de gases aumentando a flutuação. Ainda que nem sempre viável, ao longo dos dias de busca acompanhar a temperatura da água no local da ocorrência — água de superfície e de fundo — seria o ideal, pois traria maior precisão aos dados. Uma opção é utilizar sites que disponibilizam medições em tempo real: em Santa Catarina, por exemplo, o Centro de

Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia (CIRAM/EPAGRI) em seu site<sup>3</sup> traz a temperatura da água na região sul de Florianópolis em intervalos de uma hora. Ainda que não tão precisos quanto a medição em tempo real, mas oferecendo uma boa estimativa, tem-se como alternativa os serviços de previsão, como o aplicativo *Windy*<sup>4</sup> em sua função “Temperatura do mar”.

Como visto anteriormente, a somatória diária da temperatura traz um valor aproximado de quando o corpo poderá boiar, sendo o ADD 130 uma referência hipotética desse momento. Quanto mais quente a água, mais rápido ocorrerá a reflutuação, porém fatores como altas profundidades, enrosco devido o fundo irregular, baixa concentração de oxigênio, entre outros, podem atrasar ou impossibilitar esse momento. É importante que a equipe de busca esteja atenta a essas variáveis.

A maioria dos artigos pesquisados apontam que, enquanto o corpo está no fundo, em atrito com o solo, ele apresenta uma deriva muito pequena, e que o deslocamento realmente ocorre quando em contato com as correntes superficiais. Esse momento é importantíssimo no planejamento das buscas para que as equipes de mergulho parem de atuar e as buscas superficiais sejam reforçadas, de modo a evitar que ampliação da deriva na área de busca ocorra. Não é incomum, contudo, que corpos não sejam encontrados: por não reflutuarem ou por serem rapidamente retirados da área de busca inicial por efeito da intensa corrente de superfície. Tal fator comprova a importância de ter um parâmetro como a ADD a fim de que se possa calcular a deriva do corpo e uma área de busca mais efetiva.

<sup>3</sup>Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/litoral-online/>. Acessado em 17 de janeiro de 2025.

<sup>4</sup>Disponível em <https://www.windy.com/pt/-Temperatura-do-mar-sst?sst,-27.615,-48.498,5,i:pressure> Acessado em 17 de janeiro de 2025.

O treinamento constante das equipes de mergulhadores é fundamental para que a escolha do padrão de busca submersa, de acordo com o tipo de fundo, correnteza, entre outros, seja mais efetiva. O uso do binômio: cão e treinador auxilia consideravelmente nessas buscas, assim como o uso do sonar de varredura lateral que, vasculhando o fundo, pode trazer êxito mais rapidamente nas buscas.

Quando as buscas passam para a superfície, o cálculo da deriva do corpo é fundamental para estipular a melhor área de busca. Para esse fim o SALVAMAR, serviço de Busca e Salvamento da Marinha do Brasil, utiliza, por exemplo, tabelas e fórmulas contidas no anexo D do Plano de Operação SAR Sul. A SALVAERO, setor semelhante da Aeronáutica utiliza o manual MCA 64-3 (Ministério da Defesa, 2024). O uso de aplicativos normalmente é mais prático e rápido, pois neles os dados oceanográficos são cruzados com pontos georreferenciados, criando automaticamente os padrões de busca mais eficazes, permitindo ainda salvar a rota em um cartão de memória e transferir para o equipamento de navegação da embarcação de busca, como exemplo de aplicativo utilizado para esse fim, temos o SARMaster<sup>5</sup>. A Marinha do Brasil também vem desenvolvendo um programa chamado de SPAD-SAR<sup>6</sup> que visa aumentar a precisão e agilidade no planejamento das buscas com o uso da modelagem computacional. A Universidade de Lisboa em Portugal desenvolveu o aplicativo MOHID<sup>7</sup>, que pode ser utilizado de forma gratuita, para o estudo do movimento de partículas no oceano, simulando a deriva de um corpo.

<sup>5</sup>Disponível em: <https://automation.honeywell.com/us/en/products/more-products/search-and-rescue/sarmaster-600> Acessado em 17 de janeiro de 2025.

<sup>6</sup>Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/marinha-do-brasil-assina-acordo-para-o-desenvolvimento-de-sistema-de-planejamento-e-apoio> Acessado em 17 de janeiro de 2025.

<sup>7</sup>Disponível em: <http://www.mohid.com/> Acessado em 17 de janeiro de 2025.



O conhecimento das variáveis que atuam sobre a decomposição e o movimento de um corpo na água é o primeiro passo para tentar entender onde o mesmo estará em um determinado intervalo de tempo. Conhecer os padrões de correntes superficiais de um local e as suas variações diárias e sazonais pode ser considerado o passo seguinte, assim como dominar o uso de aplicativos e outros equipamentos de busca já mencionados. Por fim deslocar com a embarcação de resgate para a área estipulada, utilizando o caminho mais curto e seguro, chegar ao início do padrão de busca e começar a procura efetiva da (s) vítima (s) ou objeto de forma visual e por equipamentos (SANTOS, 2024).

O assunto decomposição e flutuabilidade de um corpo é amplo e complexo, sendo esse artigo apenas uma introdução ao assunto. Outros parâmetros de referências além do Graus Dias Acumulados devem ser estudados e confrontados, aumentando assim a precisão.

O estudo das correntes locais, como por exemplo, aquelas das Baías Norte e Sul de Florianópolis, regiões comuns de busca pelas guarnições do GBS/CBMSC, assim como a aplicação nas buscas: do sonar de varredura lateral, do ROV, do binômio, da modelagem computacional e até mesmo do sensoriamento remoto por satélite são assuntos que podem ser levantados em um futuro artigo, contribuindo, assim, para a montagem desse grande quebra cabeça que é a busca de um corpo em um ambiente aquático.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, Gail S.; BELL, Lynne S. Impact of marine submergence and season on faunal colonization and decomposition of pig carcasses in the Salish Sea. **PLoS One**, v. 11, n. 3, p. e0149107, 2016. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0149107&type=printable> Acesso em: 11 jan. 2025.

ARMSTRONG, Erica J.; ERSKINE, Kevin L. Investigation of drowning deaths: a practical review. **Academic forensic pathology**, v. 8, n. 1, p. 8-43, 2018. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6474464/> Acesso em: 11 jan. 2025.

BEASLEY, James C.; OLSON, Zach H.; DEVAULT, Travis L. Ecological role of vertebrate scavengers. **Carrion ecology, evolution and their applications**, p. 107-127, 2015. Disponível em: <https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0706.2012.20353.x> Acesso em: 11 jan. 2025.

DICKSON, Gemma C. et al. Marine bacterial succession as a potential indicator of postmortem submersion interval. **Forensic science international**, v. 209, n. 1-3, p. 1-10, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.10.016> Acesso em: 11 jan. 2025.

ELLINGHAM, Sarah Theresa Dorothea; PERICH, Pierre; TIDBALL-BINZ, Morris. The fate of human remains in a maritime context and feasibility for forensic humanitarian action to assist in their recovery and identification. **Forensic science international**, v.279, p. 229-234, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.07.039> Acesso em: 27 set. 2024.

\_\_\_\_\_. Estado-Maior Geral. **Diretriz de Procedimento Operacional Padrão Nr 21-ComdoG**. Dispõe sobre a normatização do procedimentos administrativos e operacionais que deverão ser observados e cumpridos quando da realização dos serviços de busca, resgate e operações subaquáticas prestados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) em todo o território catarinense. Versão 1ª, 2011b. Disponível em: <https://documentoscbmsc.cbm.sc.gov.br/uploads/9cb34608740bd19cdc4ea1ae10514e9f.pdf> Acesso em: 04 abr. 2024.

GLASSEY, Steve; BRAY, Geoff. **Swiftwater body recovery: Evidence based considerations for practitioners**. 2014. Disponível em: <https://ir.canterbury.ac.nz/server/api/core/bitstreams/5d9dd65f-2704-48fd-927c-9770a826e0db/content> Acesso em: 27 set. 2024.

HEATON, Vivienne et al. Predicting the postmortem submersion interval for human remains recovered from UK waterways. **Journal of forensic sciences**, v. 55, n. 2, p. 302-307, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01291.x> Acesso em: 27 set. 2024.

HUMPHREYS, Michael K. et al. Comparison of protocols for measuring and calculating postmortem submersion intervals for human analogs in fresh water. **Journal of forensic sciences**, v. 58, n. 2, p. 513-517, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1556-4029.12033> Acesso em: 27 set. 2024.

HUNSUCKER, John L.; DAVISON, Scott J. Time required for a drowning victim to reach bottom. **J Search Rescue**, v. 1, p. 19-28, 2013. Disponível em: [https://journalofsar.com/wp-content/uploads/2017/01/jsar\\_vol1-iss1.pdf#page=22](https://journalofsar.com/wp-content/uploads/2017/01/jsar_vol1-iss1.pdf#page=22) Acesso em: 27 set. 2024.

**MANUAL DE CAPACITAÇÃO EM SALVAMENTO AQUÁTICO: serviço de guarda-vidas.** <https://www.cbm.sc.gov.br/index.php/biblioteca/manuais-cbm-sc?start=40> Acesso em: 02 de out. 2024.

MATEUS, Marcos; PINTO, Ligia; CHAMBEL-LEITÃO, Paulo. Evaluating the predictive skills of ocean circulation models in tracking the drift of a human body: a case study. **Australian journal of forensic sciences**, v. 47, n. 3, p. 322-331, 2015. Disponível em: [https://journalofsar.com/wp-content/uploads/2017/01/jsar\\_vol1-iss1.pdf#page=22](https://journalofsar.com/wp-content/uploads/2017/01/jsar_vol1-iss1.pdf#page=22) Acesso em: 27 set. 2024.

MATEUS, M.; VIEIRA, V. Study on the postmortem submersion interval and accumulated degree days for a multiple drowning accident. **Forensic science international**, v. 238, p. e15-e19, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Mateus/publication/260556749\\_Study\\_on\\_the\\_Postmortem\\_Submersion\\_Interval\\_and\\_Accumulated\\_Degree\\_Days\\_for\\_a\\_multiple\\_drowning\\_accident/links/5b221e24aca272277fa97bd7/Study-on-the-Postmortem-Submersion-Interval-and-Accumulated-Degree-Days-for-a-multiple-drowning-accident.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Mateus/publication/260556749_Study_on_the_Postmortem_Submersion_Interval_and_Accumulated_Degree_Days_for_a_multiple_drowning_accident/links/5b221e24aca272277fa97bd7/Study-on-the-Postmortem-Submersion-Interval-and-Accumulated-Degree-Days-for-a-multiple-drowning-accident.pdf) Acesso em: 27 set. 2024.

MATEUS, Marcos; DE PABLO, Hilda; VAZ, Nuno. An investigation on body displacement after two drowning accidents. **Forensic science international**, v. 229, n. 1-3, p. e6-e12, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.03.010> Acesso em: 11 jan. 2025.

MINISTÉRIO DA DEFESA. **Manual de Coordenação de Busca e Salvamento Aeronáutico**, 2024. Disponível em: [https://static.decea.mil.br/publicacoes/files/2024/1729686156-mca-64-3-2024.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=pNf2JQbOhtSrsEzMW9aNRYAHfqzX2fnd%2F20250117%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20250117T223844Z&X-Amz-](https://static.decea.mil.br/publicacoes/files/2024/1729686156-mca-64-3-2024.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=pNf2JQbOhtSrsEzMW9aNRYAHfqzX2fnd%2F20250117%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20250117T223844Z&X-Amz-)

[SignedHeaders=host&X-Amz-Expires=900&X-Amz-Signature=30c99d36ab38b3eecf992d6645dea26828dbcdf0351d3a40dd4e423f3a4f1349](#) Acesso em: 07 jan. 2025.

PALAZZO, Chiara et al. Postmortem submersion interval in human bodies recovered from fresh water in an area of Mediterranean climate. Application and comparison of preexisting models. **Forensic science international**, v. 306, p. 110051, 2020. Disponível em:  
<https://sfera.unife.it/bitstream/11392/2416816/4/palazzo2019.pdf> Acesso em: 11 jan. 2025.

PALMER, Karli. **Simulating Fluvial Transport Patterns of Human Remains in the Tennessee River**. 2022. Disponível em:  
[https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7850&context=utk\\_gradtheses](https://trace.tennessee.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7850&context=utk_gradtheses) Acesso em: 11 jan. 2025.

REBMANN, Andrew; DAVID, Edward. **Cadaver dog handbook: forensic training and tactics for the recovery of human remains**. CRC Press, 2000. Disponível em:  
<https://rexresearch1.com/DogTrainingLibrary/CadaverDogHandbkForensic.pdf> Acesso em: 11 jan. 2025.

REISDORF, Achim G. et al. Float, explode or sink: postmortem fate of lung-breathing marine vertebrates. **Palaeobiodiversity and palaeoenvironments**, v. 92, p. 67-81, 2012. Disponível em:  
[https://doc.rero.ch/record/321320/files/12549\\_2011\\_Article\\_67.pdf](https://doc.rero.ch/record/321320/files/12549_2011_Article_67.pdf) Acesso em: 11 jan. 2025.

SALVAMAR Brasil. FAQ - **Perguntas Frequentes**. Disponível em:  
<https://www.marinha.mil.br/salvamarbrasil/Informacao/faq-perguntas-frequentes> . Acesso em: 06 jul. 2024.

SANTA CATARINA. **LEI Nº 5074**, de 24 de outubro de 1974. Dispões sobre a organização básica da polícia militar do estado de Santa Catarina e dá outras providências. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/sc/lei-ordinaria-n-5074-1974-santa-catarina-dispoe-sobre-a-organizacao-basica-da-policia-militar-do-estado-de-santa-catarina-e-da-outras-providencias> . Acesso em: 27 set. 2024.

SANTOS, Leonardo S. dos. Padrões de busca em ambiente marinho utilizados pelo Grupamento de Busca e Salvamento do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. **Revista Flammae**, v.10, n. 32 II, Edição Especial de 2024 Disponível em:  
[https://www.revistaflammae.com/\\_files/ugd/08765e\\_a2f7fdf722744920be7f08dcb1a1f918.pdf](https://www.revistaflammae.com/_files/ugd/08765e_a2f7fdf722744920be7f08dcb1a1f918.pdf) Acesso em: 18 jan. 2025.

## Revista FLAMMAE

Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco  
Artigo Publicado no Vol.11 Nº33 Janeiro-Junho de 2025 - ISSN 2359-4829  
Versão on-line disponível em: <http://www.revistaflammae.com>.

---

SHIROMA, Victor Heidy. **A importância do uso de cães como ferramenta na busca de cadáveres humanos em água doce no Estado de Santa Catarina.** Disponível em: [https://academico.cbm.sc.gov.br/miolo25/html/file.phpfolder=material&file=337\\_cfo\\_2012\\_1\\_shiroma\\_\(2\).pdf](https://academico.cbm.sc.gov.br/miolo25/html/file.phpfolder=material&file=337_cfo_2012_1_shiroma_(2).pdf). Acesso em: 27 set. 2024.

TEATHER, Robert. **Encyclopedia of underwater investigation.** Best Publishing, 2013.