

## Sea Guardian

### *Drone de Resgate para Pessoas em Condição de Afogamento*

Gabriela de Oliveira Grigoletto<sup>1</sup>

Jhully Kauany Ferreira<sup>2</sup>

Kimberly Rotman Mendonça Santos<sup>3</sup>

Rafael Oliveira da Silva<sup>4</sup>

Prof.º Dr. Álvaro Cantieri<sup>5</sup>

**Resumo:** O alto número de afogamentos vigentes em registros gerais deu início a uma necessidade de auxílio tecnológico para atividades de resgate. De acordo com o Corpo de Bombeiros do estado do Paraná, os maiores desafios enfrentados pelos salva-vidas incluem a visão da área vigiada limitada ao olho humano, a água quando não translúcida, e a grande quantidade de banhistas em épocas de pico. Todas essas dificuldades podem atrapalhar na localização exata da vítima em casos de risco. Assim surgiu o projeto “Drones de resgate”, uma proposta desenvolvida no laboratório de robótica do IFPR Campus Pinhais, com financiamento do SETEC, Edital SETEC/MEC 83 2022. Essa proposta tem como objetivo o desenvolvimento de uma inteligência artificial (IA) e conexão entre máquinas, visando transmitir imagens capturadas para serem processadas pela IA. Para tanto, estão sendo utilizadas a ferramenta YOLO e arquitetura darknet, para interpretação de imagens analógicas e térmicas que buscam encontrar pessoas perdidas, ou em risco de afogamento, e para monitoramento da atividade no meio aquático, além do microcomputador, para realizar a captura e envio de imagens para a estação base, que fará o processamento da imagem em tempo real. Atualmente a inteligência artificial

---

<sup>1</sup> Técnico Integrado em Informática, IFPR-Pinhais, gabrielagrigoletto@gmail.com

<sup>2</sup> Técnico Integrado em Informática, IFPR-Pinhais, jhullykf1035@gmail.com

<sup>3</sup> Técnico Integrado em Informática, IFPR-Pinhais, kimberlyrotmanms@gmail.com

<sup>4</sup> Técnico Integrado em Informática, IFPR-Pinhais, rafael.silvaifpr@gmail.com

<sup>5</sup> Professor orientador, Doutor em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, IFPR-Pinhais, alvaro.cantieri@ifpr.edu.br.

apresenta uma precisão de 99% nas imagens testadas, e o Raspberry Pi já realiza a comunicação com sucesso.

**Palavras-chave:** Salva-vidas. Inteligência Artificial. Rede Neural. Ambiente Aquático. Drone.

**Abstract:** The high amount of the current drawing in general registers, gave start to a necessity of technology assistance for rescue activities. According to the Paraná fireman, the biggest challenge faced by the life-savers was the limited field of view from the area guarded by the limited human eye, non-translucent water and the large number of swimmers during peak session. All these obstacles can disturb finding the exact point where the person is in risk cases. With that in mind the project “Drones de Resgate” emerged, a tender developed at the computing lab in Campus Pinhais IFPR with the financial support from SETEC, publication SETEC/MEC 83 2022. This proposal proposes to develop an Artificial Intelligence(AI) and a connection between the drone and a second machine, looking for sending images to be processed by AI. Therefore, YOLO tools have been used and darknet architecture, for interpretation of analog and thermal images whose look for lost people, in eminence of drawing and for activities control in water, besides, a microcomputer to record and send images for a base station, there the image will be processed in real time. At the time the AI showed an accuracy of 99% in the images tests, and Raspberry Pi has sent information successfully.

**Keywords:** Drone. Rescue. Neural Network. Fireman. Beach. Artificial Intelligence.

# 1.INTRODUÇÃO

Segundo o balanço divulgado pela Sociedade Brasileira de Salvamento Aquático (Sobrasa, 2022), os afogamentos são a causa de aproximadamente 5.700 mortes por ano no Brasil. De acordo com (COSTA, 2019), afogamentos podem ser causados por diversas variantes, dentre elas, a falta de mapeamento da área, dificuldade em localizar e visualizar os banhistas em situação de emergência, além da falha em alertar indivíduos próximos da condição de risco do local e visibilidade em identificar erros comportamentais dos bombeiros. À vista disso, situações de emergência requerem segurança para os bombeiros e rapidez na busca de pessoas. Sendo assim, o uso de drones pode otimizar o processo de resgate, principalmente em regiões de difícil acesso.

Em relação ao salvamento aquático existem VANTs (Veículos aéreos não tripulados) já em utilização, com comprovadas melhorias no serviço por reduzirem em mais da metade o tempo resposta de um guarda-vidas quando iniciam o deslocamento para efetivarem um resgate (CROWE, 2012). Posto isso, o emprego de drones nas praias pode auxiliar em uma localização mais precisa de indivíduos dentro da água nos pontos cegos dos salva-vidas, favorecendo o socorro de um maior número de banhistas.

Dessa forma, o Sea Guardian visa desenvolver um sistema para um drone semi-autônomo com o objetivo de auxiliar no reconhecimento de um indivíduo em ambiente aquático por meio de imagens capturadas por câmeras acopladas ao drone e processadas por uma inteligência artificial.

Foi empregado a ferramenta de visão computacional e rede neural YOLOv8 para conduzir treinamentos e testes em inteligência artificial, utilizando um banco de imagens previamente definido. Para o controle do VANT será utilizado o sistema operacional de robótica (ROS), e para realizar a comunicação será empregado o NAV-ROS e conexão wi-fi.

O projeto tem como objetivo geral treinar uma inteligência artificial que seja capaz de identificar pessoas em imagens aéreas das águas das praias. A ideia é alcançar a identificação de pessoas em imagens térmicas e analógicas. A IA ficará instalada em uma máquina com maior poder de processamento e

que receberá imagens do microcomputador(drone) via ondas de rádio(wifi). Em seguida, uma interface aparecerá para os patrulheiros responsáveis na costa. Sendo assim, é possível ponderar os seguintes objetivos específicos: realizar a captura de imagens, bem como a notação das mesmas, e a partir delas, com a rede neural treinar a inteligência artificial; Ligar o Microcomputador Raspberry Pi, juntamente configurar seu sistema operacional, e por fim, conectar as câmeras, realizando a troca respectivas de informações entre máquinas, utilizando Socket como meio principal.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este tópico apresenta os conceitos norteadores do presente trabalho, sendo eles: visão computacional e processamento de imagens; câmeras; funcionamento de um microcomputador *Raspberry Pi*. Além disto, esta seção busca associar a parte conceitual apresentada aos trabalhos relacionados, de forma a propor um drone que vise o salvamento de pessoas em situação de afogamento em um ambiente aquático.

Como cita o artigo “A UAV Search and Rescue Scenario with Human Body Detection and Geolocalization”, de Patrick Doherty e Piotr Rudol “(2007)”, através de imagens de câmeras térmicas e coloridas, é possível obter uma alta taxa de detecção de pessoas em longas distâncias. As imagens térmicas são analisadas primeiramente para encontrar uma silhueta do tamanho do corpo humano. Já as imagens analógicas, nas regiões correspondentes, são submetidas a um classificador do corpo humano configurado para permitir identificação, ainda que fracas.

O algoritmo selecionado toma como entrada duas imagens, e o processamento das imagens tem início com a câmera térmica, delimitada primeiramente para encontrar regiões da temperatura do corpo humano. Uma vez que o algoritmo encontra os candidatos ao corpo humano nas câmeras térmicas, as regiões correspondentes às imagens coloridas são calculadas.

Desse modo e visando a importância das câmeras no projeto. Segundo (Leira et al, 2019), equipar um veículo aéreo não tripulado com câmeras

térmicas tornou-se viável e útil para observar partes de ambientes de forma mais diferente e clara, comparada com câmeras de espectro visual.

Em vista disso, as câmeras termográficas são capazes de exibir diferentes temperaturas em ambientes, regiões ou indivíduos. Em indivíduos, a câmera utiliza a temperatura corporal, normalmente identificando-os com cores vibrantes como vermelho (como mostra a Figura 1), ou amarelo, mas é possível também ser preto e branco. A câmera térmica identificaria com mais facilidade um corpo que possivelmente estaria numa situação de afogamento, pois a temperatura do corpo humano se diferencia da temperatura da água, tornando assim, mais fácil distinguir. Assim como descreve (Leira et al, 2019), as câmeras coloridas como a Raspicam, permitem detecção humana em uma alta taxa de distância, contribuindo assim, para a identificação.

**Figura 1** – Câmera utilizada no estudo.



Fonte: Os autores (2023)

## 2.1 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, são apresentados os trabalhos relacionados ao Sea Guardian, sendo eles o “Little Ripper”, um projeto da Ripper Tech, e o projeto artigo “Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com drone” (2014), realizado pelos estudantes Guilherme Henrique Medeiros Cassemiro e Hugo Borges Pinto, em seu trabalho de conclusão do curso de Engenharia Eletrônica.

O Little Ripper, um drone *multi-rotor* (exibido na Figura 2), estreou em 2016, e consiste em um dispositivo e programa, designado especialmente para

operações de resgates e salvamentos de vidas, o qual atua de forma remunerada nas praias da Austrália. O drone possui capacidade de identificar e responder em tempo hábil e com precisão a incidentes, o que o torna fundamental para a segurança costeira. O projeto conta com um sistema próprio de inteligência artificial, juntamente com a tecnologia *Crocspotter*.

**Figura 2** – Drone Little Ripper.



Fonte: Ripper Tech (2018).

Publicado em 2014, o projeto desenvolvido por Henrique Medeiros Cassemiro e Hugo Borges Pinto, visa demonstrar através de um veículo aéreo não tripulado *multirotor* do tipo octocóptero, métodos de geração de mosaicos georreferenciados de pequenas propriedades, acompanhamento de construção civil e pré-plantação de milho. O projeto conta com o auxílio de processamento digital de imagens, para apontar e transparecer carências em decorrência da área delimitada.

Desse modo, é possível observar a Tabela comparativa 1, e logo abaixo, um texto explicando detalhadamente as semelhanças e diferenças de cada projeto referentes ao Sea Guardian.

**Tabela 1** – Comparativa de projetos similares ao Sea Guardian.

Característica	Sea Guardian	Composição e processamento de imagens aéreas	Little Ripper
Maior custo benefício	✓	✓	x
Linguagem de programação	Python	Não informado	Não informado
Câmera térmica	✓	✓	✓

Reconhecimento específico em ambiente aquático	✓	x	✓
Imagens analisadas pelo corpo de bombeiro.	✓	x	x
Estação Base	✓	x	x

Fonte: Os Autores (2023).

Como exibe a tabela comparativa acima, é notório primeiramente a linguagem utilizada para a programação (Python), sendo ela baseada somente no projeto “Sea Guardian”. Os três projetos contam com câmera térmica, a qual auxilia na localização mais precisa de pessoas ou objetos em um respectivo ambiente. Referente a reconhecimento de imagens focados em ambientes aquáticos, tanto o Sea Guardian como o Little Ripper possuem este recurso, já o projeto “Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com drone” tem foco principal nas áreas rurais. Em questão de maior custo benefício, destacam-se os projetos “Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com drone” e o “Sea Guardian”, já que o Little Ripper exige maior desempenho e maior equipe de acompanhamento, contando com peças e tecnologias mais avançadas, sendo um projeto já em atuação remunerada nas praias da Austrália.

Como trabalhado em um ambiente aquático, a presença do corpo de bombeiros no reconhecimento de imagens é de suma importância, assim como, uma estação base que estaria preparada para socorrer uma pessoa logo que detectada em risco de afogamento, recurso presente no projeto “Sea Guardian”.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nessa seção, serão abordadas as ferramentas, tecnologias, materiais e métodos responsáveis pela realização do projeto Sea Guardian.

A tabela abaixo apresenta os softwares utilizados para a criação e aperfeiçoamento do projeto, conjuntamente com suas descrições de uso.

**Tabela 2 – Ferramentas e tecnologias utilizadas no projeto Sea Guardian.**

<b>Materiais</b>	<b>Versão</b>	<b>Localização</b>	<b>Descrição</b>
Yolo	8.0.10	<a href="https://github.com/ultralytics/ultralytics">https://github.com/ultralytics/ultralytics</a>	Método para identificar objetos em imagem.
Raspberry Pi Imager	1.7.3	<a href="https://raspberrypi.com/">https://raspberrypi.com/</a>	Fornecerá o bootável do sistema operacional (SO) Raspbian.
Colab	-	<a href="https://colab.research.google.com/">https://colab.research.google.com/</a>	Ambiente de desenvolvimento utilizado para a implementação da ferramenta YOLO.
Ros	-	<a href="https://ros.org/">https://ros.org/</a>	Robot Operating System o sistema operacional para o desenvolvimento de robôs.
Linux	21.1	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a>	Sistema operacional utilizado para a realização do projeto.
Python	3.10	<a href="https://www.python.org/">https://www.python.org/</a>	Linguagem de programação utilizada para a implementação da ferramenta YOLO.
Visual Studio Code	1.75	<a href="https://code.visualstudio.com/">https://code.visualstudio.com/</a>	IDE usada para a instalação das ferramentas na máquina.
ImageMagick	7.1.1	<a href="https://imagemagick.org/index.php">https://imagemagick.org/index.php</a>	Software de código aberto que fornece ferramentas para criar, editar, compor ou converter imagens.
Convertio	-	<a href="https://convertio.co/pt/tiff-png/">https://convertio.co/pt/tiff-png/</a>	Ferramenta de conversão de imagens.



Kili Technology - Label and Annotate	-	<a href="https://kili-technology.com/platform/label-annotate">https://kili-technology.com/platform/label-annotate</a>	Ferramenta para anotação de imagens.
Google Drive	-	<a href="https://www.google.com/intl/pt-br/drive/about.html">https://www.google.com/intl/pt-br/drive/about.html</a>	Serviço de armazenamento em nuvem.
VLC media player	3.0.20	<a href="https://www.videolan.org">https://www.videolan.org</a>	Reprodutor de mídias.

Fonte: Os Autores (2023).

A tabela a seguir lista as ferramentas utilizadas para a elaboração do drone de resgate Sea Guardian, bem como a versão e sua utilidade no projeto.

**Tabela 3 – Equipamentos utilizados no projeto Sea Guardian.**

Nome	Modelo	Descrição de uso
Câmera térmica	Seek Thermal Compact XR	Mede a temperatura de corpos fazendo uso da luz infravermelha captada.
Drone	Quad F450	Levará as câmeras e o Raspberry Pi em sua estrutura enquanto se desloca.
Antena Wi-Fi		Estabelece conexão entre o drone e a estação base.
Placa de vídeo de 4G		Realiza processamento gráfico e exibe imagens na tela.
Raspberry Pi	PI 3 model B V1.2	Microcomputador responsável pelo gerenciamento de imagens e pela comunicação via wifi para o sistema.
Raspicam	1.7mm	Captura de imagens.
Cartão de memória		Armazenamento do sistema operacional Raspbian.
Cabo HDMI		Conexão entre o Raspberry Pi e o computador(apenas durante o desenvolvimento).

Fonte: Os Autores (2023).

Utilizando das ferramentas propostas na Tabela 2, para a realização de captura e processamento de imagens, optou-se por utilizar um Raspberry Pi 3 model B, um microcomputador de baixo custo que roda em uma plataforma Linux, oferecendo conexões de entrada e saída de dados. Composto no seu modelo B, por um processador 32 bits com frequência de 700 MHz, e possui 512MB de memória RAM, sendo que seu armazenamento é feito através de um cartão SD (MATT, 2013).

O Raspberry Pi contém componentes integrados em apenas uma multiplataforma; em resumo, Raspberry PI é o microcomputador responsável no projeto por realizar grande parte da comunicação entre máquinas e transmissão de imagens para a estação base.

Nesse microcomputador, ficam acopladas as câmeras: Raspicam 1.7mm e a câmera térmica. Com o auxílio do cartão de memória equipado com o Raspberry Pi Imager, foi possível a instalação do sistema operacional Raspbian, utilizando o cabo HDMI para a projeção do sistema em uma tela de computador comum. Deste modo, foi dado início às tentativas de ligar as câmeras, as quais enviaram as imagens recebidas para o computador que estará na estação base (uma caminhonete) para melhor desempenho do corpo de bombeiros.

A decisão foi empregar redes neurais artificiais, para tal foi utilizado a versão 8 do YOLO (YOLOv8) da empresa Ultralytics. Com a conexão entre a câmera térmica e a Raspicam integrada ao drone, o computador equipado com uma placa de vídeo de 4K e com a inteligência artificial treinada conforme o dataset disponibilizado, o YOLO acessa o vídeo e faz o reconhecimento de pessoas em tempo real enquanto o drone faz sua patrulha seguindo uma rota pré-determinada. O dataset citado é aberto, sendo disposto pela Universidade de Tubinga.

Durante o treinamento com o YOLOv8, foi utilizado a linguagem de programação Python na ferramenta Google Colab e na IDE Visual Studio. O Python foi utilizado na configuração e na instalação das ferramentas virtuais necessárias. Todos os procedimentos foram realizados no sistema operacional Linux, e no ambiente virtual Visual Studio.

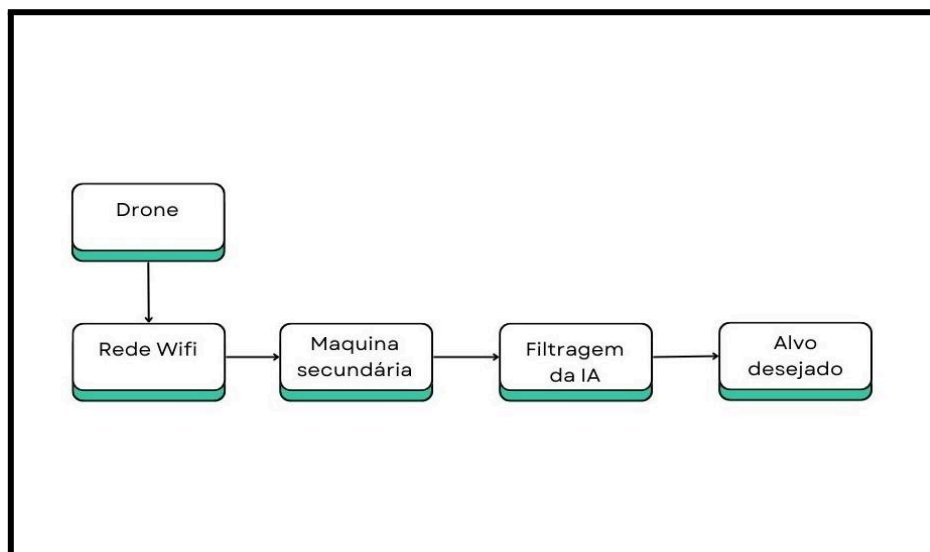
Para a primeira fase do treinamento da inteligência artificial, o Labeling das imagens também foi necessário, visto que as notações fornecidas pelo banco de imagens não eram compatíveis com o YOLOv8. Para resolver esse problema, foi utilizado o site Kili Technology que agilizou e forneceu várias ferramentas para notação de imagens para o YOLO de forma online e gratuita, tanto para os modelos HD. Já para as imagens térmicas foi empregado o uso das ferramentas Convertio e ImageMagick para a conversão das imagens em formato tiff para jpg, com isso, possibilitando o upload do material na ferramenta de notação. Todas as imagens, assim que prontas, foram armazenadas no Google Drive em uma conta feita pela a equipe.

Para a segunda fase do treinamento da inteligência artificial foi realizado captura de vídeos, com isso, realizou-se a extração dos frames dos vídeos utilizando a ferramenta VLC media player, o Kili Technology para a marcação das imagens e o Google Drive para o armazenamento do dataset.

A detecção do YOLO é aplicada no vídeo produzido pelas câmeras acopladas ao drone, transmitida e exposta na tela do programa de controle e alerta do Sea Guardian por meio do Raspberry Pi, a antena wi-fi e o ROS para realizar a comunicação das ferramentas.

Para o desenvolvimento e avanço do projeto, foram utilizados métodos específicos, em primeira instância, foi realizado o levantamento bibliográfico do estado da arte referente ao funcionamento de drones semi-autônomos, os quais também utilizam da inteligência artificial para o reconhecimento do objeto desejado. A partir disso, foram estabelecidas as etapas de produção, que compreendem: processamento de imagens, onde as imagens obtidas através da raspagem e câmera térmica passam para a visão computacional, e após, são mandadas para a inteligência artificial, onde detecta e reconhece o alvo desejado, a visão computacional foi desenvolvida através do YOLOv8, no Google Collaboratory, pois não foi possível instalá-lo diretamente nas máquinas disponíveis no laboratório, desse modo, conseguiu-se utilizar as ferramentas proporcionadas pela tecnologia de rede neural e realizar o treinamento do sistema com base nas notações feitas nas imagens fornecidas e por fim, a comunicação entre computadores, desenvolvida através de Socket. As ações descritas anteriormente podem ser resumidas e visualizadas no diagrama da Figura 3.

**Figura 3** – Processo de desenvolvimento.



Fonte: Os Autores (2023).

Com a notação das imagens e a rede neural, (YOLOv8) foi possível o treinamento da inteligência artificial.

Por fim, utilizaram-se os conhecimentos das ferramentas do microcomputador Raspberry Pi e a *raspicam*, que são responsáveis pela captura de imagens. Para a instalação dos componentes da ferramenta, foi necessário um cabo SD, e dentro do microcomputador foi realizada a instalação do *Raspbian* (Sistema Operacional).

Em seguida, deu-se início aos treinamentos e testes da inteligência artificial através da máquina virtual, Google Collaboratory, assim como a instalação do Sistema Operacional do Raspberry Pi. Por fim, foi necessário realizar a comunicação entre máquinas, optou-se por realizar via Socket, uma vez que o microcomputador Raspberry trocará respectivamente de informações com a estação base, fazendo assim a comunicação entre máquinas.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Esta seção explora os testes e análises dos resultados obtidos com a inteligência artificial, juntamente com a comunicação entre computadores, câmeras e, por fim, a estação base.

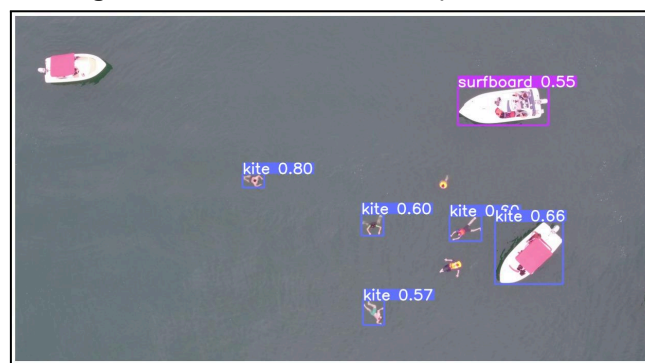
A fase de treinamento de imagens é crucial para a conclusão do projeto, uma vez que através delas a inteligência artificial pode auxiliar no

reconhecimento de pessoas. Para chegar na fase anexada abaixo, foi necessário passar por algumas etapas: para a primeira fase do treinamento da inteligência artificial, foi necessário encontrar um banco de imagens padrão e livre e, de preferência, contendo imagens térmicas. Bem como a realização da notação de imagens coloridas e térmicas.

A finalidade da notação de imagens, é demarcar a região onde era visíveis indivíduos em ambiente aquático. Os resultados foram obtidos através do banco de imagens disponibilizado pelo projeto SeaDronesSee da Universidade de Tubinga.

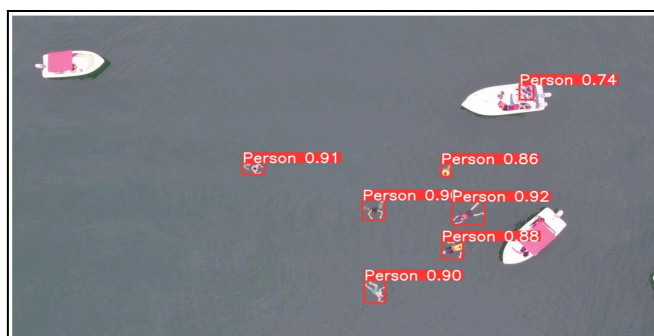
Para o treinamento das imagens analógicas disponibilizadas, foram utilizadas 1185 imagens para treinamento, 85 para validação e 39 para testes, vale ressaltar que as imagens térmicas não foram treinadas por apresentarem baixa qualidade. Na Figura 3 é possível visualizar o resultado da detecção do YOLOv8 em sua versão extra large (YOLOv8x). Já na Figura 4, observa-se a mesma imagem com a detecção gerada com base nos pesos obtidos após o treinamento da rede neural no mesmo formato. A partir disso, é notório que sem o treinamento, a inteligência estava reconhecendo apenas objetos e com baixa precisão, sem saber localizar ao certo todas as pessoas.

**Figura 4** – Resultado inicial da primeira fase.



Seis pessoas nadando em mar aberto, versão com bounding boxes adicionados pela rede neural (Fonte: SeaDronesSee (2022)).

**Figura 5** – Resultado pós-treinamento da primeira fase.



Seis pessoas nadando em mar aberto, versão com bounding boxes adicionados pela inteligência artificial treinada pelos autores (Fonte: SeaDronesSee (2022)).

À vista disso, é possível visualizar o avanço do reconhecimento de pessoas em ambiente aquático, a qual apresentou um percentual de 89% de precisão e 59% no mAP50-95, conforme as imagens do dataset. Nota-se que o treinamento se faz eficaz, uma vez que a Inteligência artificial reconhece exclusivamente pessoas em variadas posições e distâncias, e não os objetos como barcos.

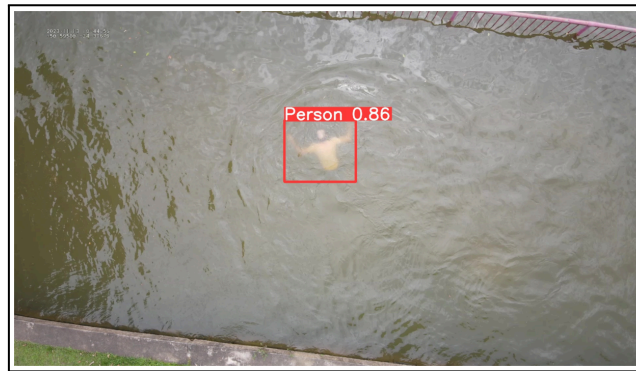
Para o treinamento do dataset do projeto Drone para Resgate de Pessoas em Condição de Afogamento, foram utilizadas 4500 imagens para treinamento, 1100 para validação e 418 para testes. O treinamento foi iniciado com os pesos obtidos na fase anterior, como exposto na Figura 5, o primeiro treinamento não se mostrou eficiente para alguns quadros do novo banco de imagens. Na Figura 6 é possível notar o enriquecimento do treinamento dessas imagens, que atingiu o percentual de 99% de precisão e 91% no mAP50-95, conforme as imagens do dataset.

**Figura 6** – Resultado inicial da segunda fase.



Indivíduo nadando em piscina, versão com bounding boxes adicionados pela inteligência artificial treinada pelos autores (Fonte: Sea Guardian (2023)).

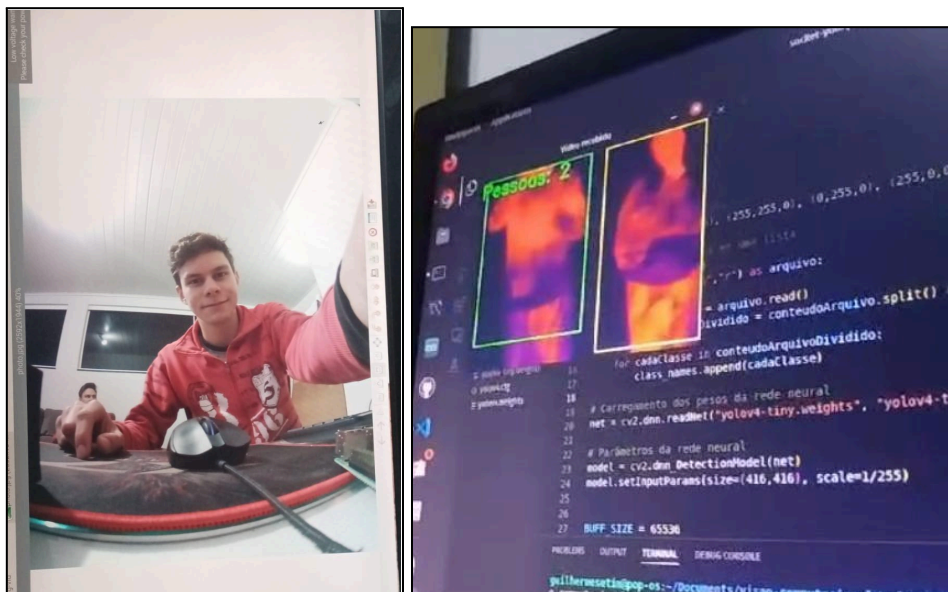
**Figura 7** – Resultado pós-treinamento da segunda fase.



Indivíduo nadando em piscina, versão com bounding boxes adicionados pela inteligência artificial treinada pelos autores (Fonte: Sea Guardian (2023)).

As câmeras, por sua vez, são responsáveis por captar as imagens e com o auxílio do microcomputador Raspberry Pi, transmiti-las para a estação base. A conclusão dessa etapa exigiu três períodos, que incluíram a conexão das câmeras ao Raspberry Pi e, no caso da Raspicam, a garantia de seu funcionamento. O projeto conta com a câmera térmica e a raspicam. Como é possível visualizar, as imagens se referem respectivamente à câmera térmica e à Raspicam, ambas em funcionamento, contudo, somente as imagens coloridas apresentam boa porcentagem de reconhecimento.

**Figuras 8 e 9** – Câmeras



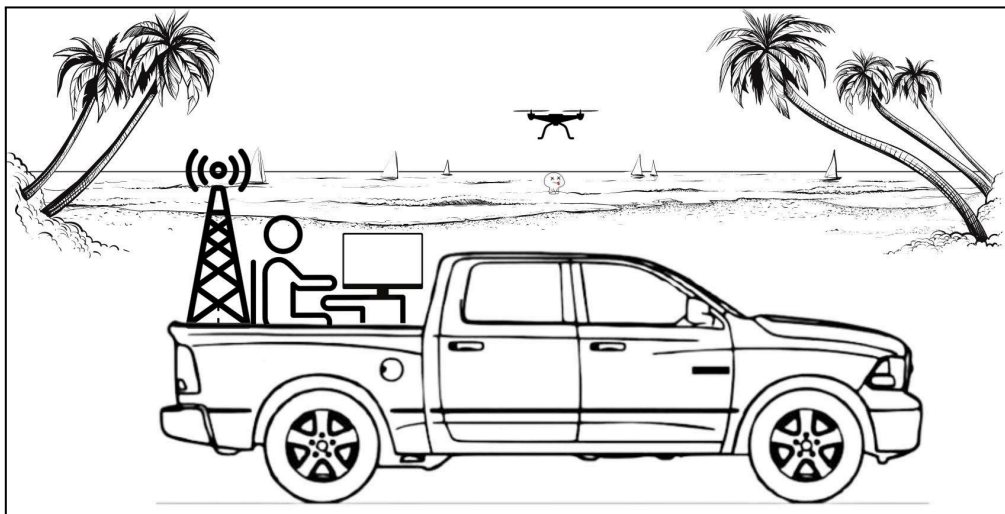
Imagens da Raspicam e da câmera térmica em funcionamento (Fonte:Os autores 2023)).

Para a comunicação entre máquinas, se utilizou o método Socket. A comunicação ocorre entre o servidor e o cliente, utilizando o Socket para conectar o Raspberry Pi(cliente) à estação base(servidor). Essa comunicação possibilita a troca tanto de imagens quanto de vídeos, os quais são captados pelo Raspberry Pi que faz o envio das imagens para o computador de maior capacidade de processamento, que em seguida apresenta as imagens com as identificações feitas pela IA.

A estação base é o local responsável por receber as filmagens e imagens capturadas das câmeras, função possível por conta do microcomputador Raspberry Pi.

A seguir, a Figura 10 apresenta um computador com placa de vídeo, o qual atua com a ajuda de uma antena via wi-fi e tem a supervisão de um operador, uma vez que a inteligência identifica pessoas no ambiente aquático, o operador irá analisar as imagens e ver se a pessoa necessita de resgate.

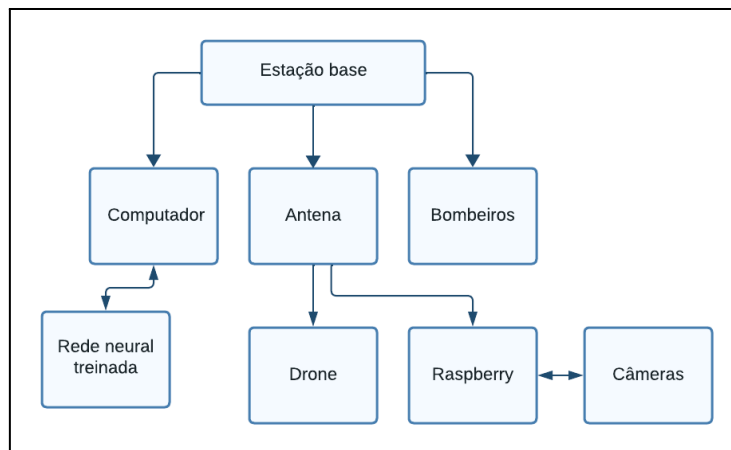
**Figura 10 – Estação base.**



Fonte: Os autores (2023).

**Figura 11 – Diagrama de atividade da estação base**





fonte: Os autores (2023).

Na Figura 11 pode ser observado o diagrama de atividades esquemático da estação base do Sea Guardian. Seguindo o diagrama, estação base que é uma caminhonete, a qual teria acoplada uma antena wi-fi e um computador com placa de vídeo, juntamente com um operador responsável por contatar o corpo de bombeiros e analisar as imagens. O computador, por sua vez, troca respectivamente dados com a rede neural, e já a antena fornece a conexão para o funcionamento do drone e seus componentes, tal qual o Raspberry. As Câmeras realizam a captura de imagens, que são processada e transmitida pelo Raspberry para a estação base, possibilitando que o computador processe as imagens com a rede neural.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho tem como resultado uma inteligência artificial para o drone, a qual é responsável por reconhecer pessoas em ambientes aquáticos. O projeto tem como intuito ser prático e atuar inicialmente em praias, utilizando de recursos como câmeras, o microcomputador Raspberry Pi e inteligência artificial, contando com operadores responsáveis pela conferência de imagens e o salvamento de pessoas.

Ao longo deste trabalho, observou-se a grande carência de equipamentos que contribuem para o salvamento e resgate de pessoas. Do mesmo modo, se faz necessário um meio viável, prático e com boas tecnologias para desempenhar essa função. A proposta desenvolvida,

revelou-se capaz de satisfazer essa necessidade, tornando os dados relevantes ao público alvo.

O trabalho apresentou algumas limitações: as imagens disponíveis para o treinamento da câmera térmica eram insuficientes e de má qualidade; a falta do fornecimento/aquisição de imagens das praias do Paraná impossibilitou um treinamento personalizado com precisão mais apurada; o banco de imagens utilizado não possuía imagens com humanos na água o suficiente para que se pudesse considerar a IA para a câmera térmica pronta; o banco de imagens possui um padrão na aparência dos modelos, sendo eles somente pessoas de pele clara, bem como no clima do ambiente e iluminação, impossibilitado a garantia do alto percentual de confiança nas detecções em outras circunstâncias. Ademais, a ausência do banco de dados se deve por alguns imprevistos na entrega dos materiais combinados.

Porém, em trabalhos futuros, a equipe ainda planeja oferecer um aplicativo para o controle do drone e das câmeras se necessário, além do banco de dados.

Deste modo, combinando esforços de diferentes organizações em um único sistema, é esperado que a inteligência artificial, auxilie no dia a dia de resgates e salvamentos dos ambientes aquáticos do Paraná.

Ao final deste trabalho, a equipe, portanto, espera que a inteligência artificial desenvolvida seja um instrumento útil para o resgate de pessoas, tornando assim, ambientes aquáticos mais seguros.

## REFERÊNCIAS

ALBANESE, Antonio; SCIANCALEPORE, Vincenzo; COSTA-PÉREZ, Xavier. *SARDO: an automated search-and-rescue drone-based solution for victims localization*. **IEEE Transactions on Mobile Computing**, [s. l.], v. 21, n. 9, p. 3312-3325, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=9321707>. Acesso em: 10 out.. 2023.

BULHÕES, Eduardo Manuel Rosa. Condições morfodinâmicas associadas a afogamentos: contribuição à segurança nas praias oceânicas da cidade do Rio de Janeiro. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 1, p. 121-140, abr. 2010. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em:

<http://dx.doi.org/10.1590/s1982-45132010000100009>. Acesso em: 29 mar.2023.

CASSEMIRO, Guilherme; BORGES, Hugo. Composição e processamento de imagens aéreas de alta-resolução obtidas com Drone. 2014. Trabalho de conclusão de curso ( Engenharia Eletrônica ) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/9276> Acesso em: 9 set.2023

COSTA, Rafaela Duarte. **Análise da atuação dos drones na segurança de um país**. 2019. 119 f. Dissertação (Mestrado em Direito e Segurança) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10362/91298> Acesso em: 29 mar.2023.

CROWE, Wayne. *et al.* **Enabling Science use of Unmanned Aircraft Systems for Arctic Environmental Monitoring**. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 2012. Disponível em: <https://www.amap.no/documents/doc/enabling-science-use-of-unmanned-aircraft-systems-for-arctic-environmental-monitoring/716>. Acesso em: 29 mar. 2023.

DOHERTY, Patrick; RUDOL, Piotr. **A UAV search and rescue scenario with human body detection and geolocalization**. In: ORGUN, M.A.; THORNTON, J. **AI 2007: advances in artificial intelligence**. Berlin, Heidelberg: Springer, 2007. p. 1-13. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-76928-6\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-76928-6_1). Acesso em: 6 jun.2023.

Eberhard Karls Universität Tübingen. **SeaDroneSee, MODS e outros [site]**.. Disponível em: <https://seadronessee.cs.uni-tuebingen.de/dataset>. Acesso em: 10 mai.2023.

LEIRA, Frederik S. *et al.* Object detection, recognition, and tracking from UAVs using a thermal camera. **Journal of Field Robotics**, [s. l] v. 38, n. 2, p. 242-267, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/rob.21985>. Acesso em 8 ago.2023.

LOMONACO, Vincenzo *et al.* **Intelligent drone swarm for search and rescue operations at sea**. arXiv:1811.05291, 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1811.05291>. Acesso em: 10 out. 2023.

MATT, Richardson; SHAW, Wallace. **Getting Started With Raspberry Pi**. O'reilly, 2013. *E-book*. Disponível em:

<https://www.oreilly.com/library/view/getting-started-with/9781680452457/>.  
Acesso em: 4 de ago.2023.

MAYER, Sven; LISCHKE, Lars; WOŻNIAK, Paweł W. Drones for search and rescue. In: **1st International Workshop on Human-Drone Interaction**, Glasgow 2019. Disponível em: <https://ihdi.sciencesconf.org/index.html>. Acesso em: 10 out. 2023.

Ripper Corp ***advanced drone operations, training & technology. Little Ripper Lifesaver*** [site]. Disponível em: <https://rippercorp.com/divisions/little-ripper-lifesaver/>. Acesso em: 9 set.2023.

SILVA, Vilmar Carneiro. et al. **Perfil epidemiológico dos casos de afogamentos no norte do Brasil, com ênfase no estado do Pará de 2010 a 2019. Research, Society And Development**, [s. l.], v. 10, n. 10, p. 01-09, ago. 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.16706>. Acesso em: 29 mar.2023.

TRUPPEL, José; SERAFIM, Silvio. Veículos aéreos não tripulados: possibilidades de emprego no corpo de bombeiros militar de Santa Catarina. In: Seminário Regional de pesquisa e inovação em segurança pública. I. , 2015, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: PMSC, 2015, 102 p. Disponível em: <https://biblioteca.pm.sc.gov.br/pergamum/vinculos/00000e/00000e91.pdf#page=74>. Acesso em: 29 de mar.2023.