



## Inteligência Artificial e Dinâmica Lúdica para Monitoramento de Branqueamento de Corais e Educação Ambiental

Camila Siviero | [camila.s222@aluno.ifsc.edu.br](mailto:camila.s222@aluno.ifsc.edu.br)  
Maria Luiza Imbes Alves da Luz | [maria.lia14@ifsc.edu.br](mailto:maria.lia14@ifsc.edu.br)  
Thomas Lucas Irigoite Barroco | [thomas.barroco@ifsc.edu.br](mailto:thomas.barroco@ifsc.edu.br)

### RESUMO

Os recifes de corais desempenham papel fundamental nos ecossistemas marinhos, servindo como abrigo para inúmeras espécies e contribuindo para a proteção das zonas costeiras. Contudo, esses ambientes têm sido cada vez mais impactados pelo branqueamento, ocasionado principalmente pelo aumento da temperatura da água e pela poluição. Diante desse cenário, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um modelo digital voltado ao monitoramento do branqueamento de corais por meio de inteligência artificial. Utilizando ferramentas como *Teachable Machine* e *RAISE Playground*, foram criados sistemas de aprendizado de máquina capazes de classificar imagens em quatro categorias: saudáveis, branqueados, com algas e sem corais. O modelo foi integrado ao *RAISE Playground*, permitindo a identificação automática por *webcam*. Além disso, uma dinâmica interativa elaborada no *Scratch* foi desenvolvida para estimular a conscientização ambiental. Assim, a integração entre inteligência artificial e educação ambiental configura-se como uma estratégia promissora para sensibilizar a sociedade, promover a preservação dos recifes e enfrentar os efeitos das mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** informática; recifes de corais; branqueamento; cultura oceânica; educação ambiental.

## 1 INTRODUÇÃO

Os recifes de corais são ecossistemas vitais para a vida marinha, abrigando cerca de 25% de todas as espécies oceânicas (ONU, 2024). Além de oferecerem abrigo e alimento, desempenham papel crucial na proteção das zonas costeiras contra erosões e tempestades, além de sustentarem atividades econômicas importantes, como a pesca e o turismo.

A estrutura dos recifes é formada por pólipos, organismos que vivem em simbiose com zooxantelas, algas responsáveis pela coloração e nutrição. Quando há aumento da temperatura da água, poluição e desequilíbrio ambiental, essas algas são expulsas, deixando o coral esbranquiçado — fenômeno conhecido como branqueamento (Soares, 2014).

O branqueamento é considerado uma das consequências mais visíveis das mudanças climáticas globais, e sua recorrência ameaça o equilíbrio ecológico e socioeconômico de diversas regiões costeiras. Segundo a ONU (2024), grande parte dos recifes pode desaparecer ainda neste século se o aquecimento continuar. Nesse contexto, torna-se essencial o desenvolvimento de estratégias que unem ciência e tecnologia para compreender, monitorar e mitigar os impactos do branqueamento. A inteligência artificial (IA) apresenta-se como uma ferramenta promissora para esse objetivo, permitindo análises em tempo real e identificação de padrões ambientais de forma automatizada.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os principais fundamentos teóricos que relacionam a preservação ambiental, a cultura oceânica e o uso de tecnologias aplicadas ao monitoramento dos ecossistemas marinhos. A degradação dos oceanos, intensificada pelas mudanças climáticas e pela ação humana, compromete a sobrevivência de organismos essenciais para a biodiversidade, como os recifes de corais (ONU, 2024; Barros, 2019). Nesse contexto, compreender o fenômeno do branqueamento, o papel das algas e o uso de soluções tecnológicas torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação e educação ambiental. Assim, esta seção aborda os aspectos biológicos dos corais e o processo de branqueamento, discute a relevância ecológica das algas marinhas e apresenta as ferramentas utilizadas no projeto, com destaque para o *Teachable Machine* e o *RAISE Playground*, que possibilitam a aplicação da inteligência artificial no monitoramento ambiental (Machine, [s.d.]; Playground, 2025).

### 2.1 Corais e o fenômeno do Branqueamento

Os corais desenvolvem-se em águas tropicais, rasas e claras, onde a luz solar é abundante. A relação simbiótica entre os pólipos e as zooxantelas é responsável pela coloração e pela produção de nutrientes que sustentam os recifes (Soares, 2014). Quando há desequilíbrio ambiental, essa simbiose é rompida e o coral perde sua coloração, ficando branco e vulnerável. Eventos de branqueamento em larga escala vêm sendo registrados em todo o mundo, como o da Grande Barreira de Corais, na Austrália, que em 2016 teve mais

de 90% de sua área afetada (Blodeau, 2018). No Brasil, registros semelhantes foram observados no litoral do Ceará, impactando espécies nativas e demonstrando a urgência de ações de preservação.

## 2.2 Algas Marinhas

As macroalgas marinhas, classificadas em marrons (*Phaeophyta*), vermelhas (*Rhodophyta*) e verdes (*Chlorophyta*), são fundamentais para o equilíbrio dos ecossistemas costeiros, pois produzem oxigênio e participam da base da cadeia alimentar oceânica (Cheong-Xin; Chai-Ling; Siew-Moi, 2006). Apesar de sua importância, o crescimento desordenado de algas após episódios de branqueamento pode dificultar a recuperação dos recifes, já que competem por espaço e luz com os corais remanescentes.

## 2.3 Ferramentas de Inteligência Artificial

A inteligência artificial (IA) é uma área da computação voltada ao desenvolvimento de sistemas capazes de aprender e tomar decisões com base em dados. O *Teachable Machine*, desenvolvido pelo *Google*, é uma ferramenta que permite criar modelos de aprendizado de máquina de forma intuitiva, sem necessidade de programação avançada. Já o *Raise Playground* é uma plataforma de programação em blocos voltada ao ensino de IA e robótica, que possibilita integrar esses modelos a aplicações práticas, como reconhecimento de imagens (Playground, 2025). Juntas, essas ferramentas tornam o uso da IA acessível para estudantes e pesquisadores, permitindo sua aplicação em estudos ambientais como o monitoramento do branqueamento de corais.

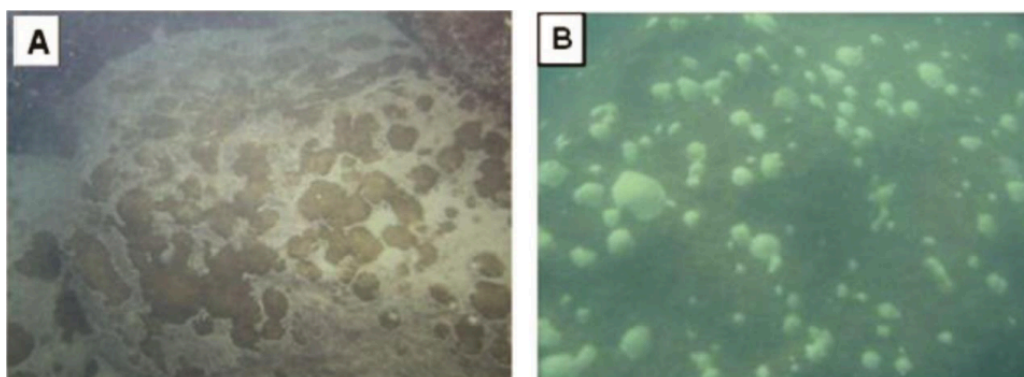
## 3 METODOLOGIA

O estudo envolveu a criação e aplicação de um modelo de inteligência artificial para identificação de corais em diferentes condições. Inicialmente, foi realizada a coleta de 50 a 70 imagens de corais nos estados: saudáveis, branqueados, com algas e fundo do mar sem corais. As imagens foram obtidas em bancos públicos (*Google*, *Pinterest*, *Unsplash* e *Pexels*) e tratadas com ajustes de brilho e contraste.

O branqueamento dos corais ocorre por dois mecanismos principais: estresse oxidativo, quando as zooxantelas produzem compostos oxidantes em excesso e são expulsas pelo coral, e infecção bacteriana, em que microrganismos patogênicos provocam a perda das algas simbióticas (Campos, 2020). Além das causas naturais, ações humanas intensificam o problema, como expansão urbana costeira, despejo de esgoto, poluição e destruição de manguezais, fatores que aumentam a sedimentação e desequilibram os recifes (Oliveira, 2024).

Conforme ilustrado na Figura 1, é possível observar colônias de *Siderastrea stellata* em condições normais (A) e em estado de branqueamento intenso (B).

Figura 1 - Comparação entre colônias em estado normal e branqueadas.

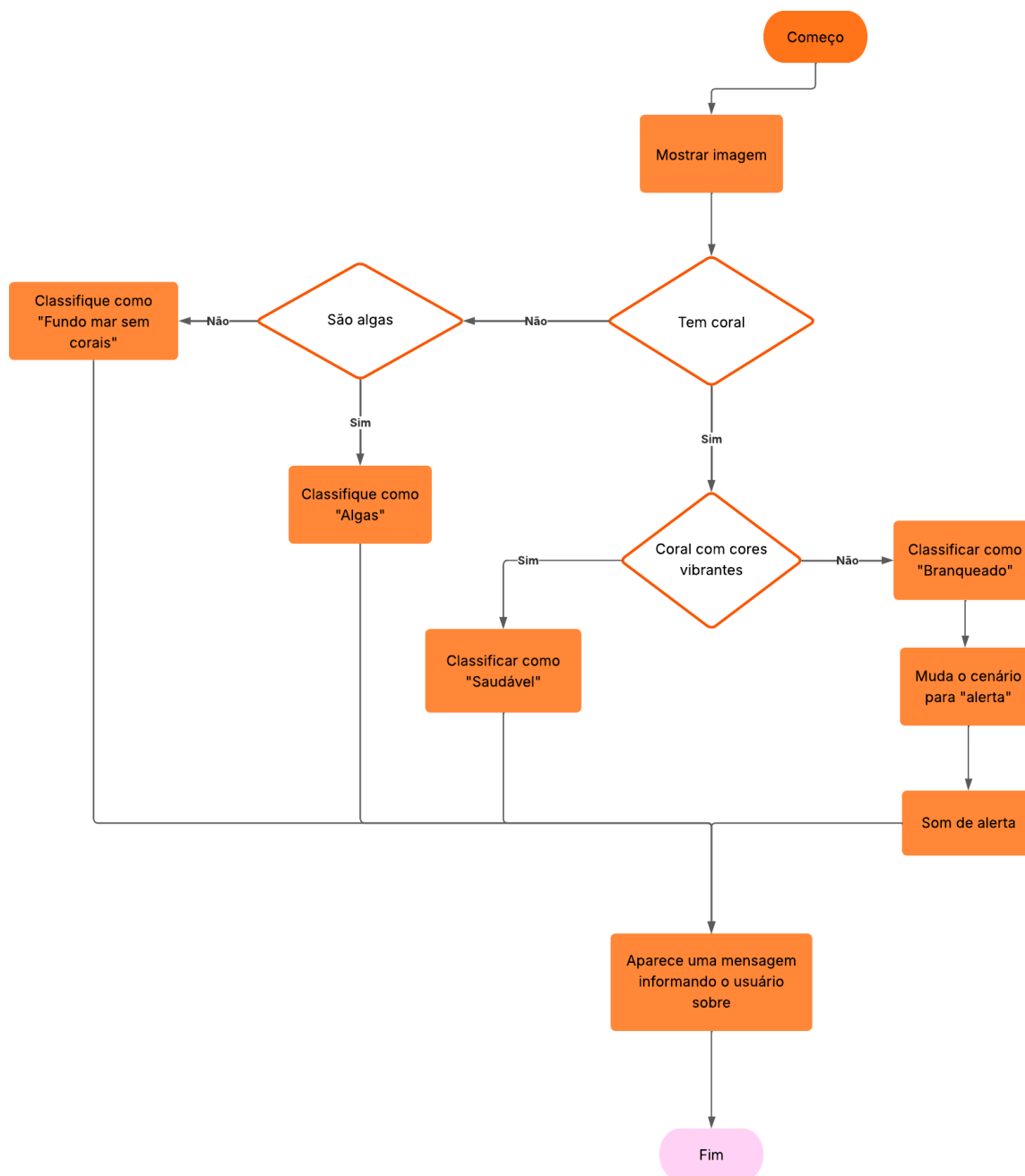


Fonte: Soares (2014)

O modelo foi desenvolvido na plataforma *Teachable Machine*, utilizando a configuração *Image Project (Standard Image Model)*. Após o treinamento, o modelo foi exportado no formato *TensorFlow.js* e integrado ao *Raise Playground*, permitindo a classificação em tempo real a partir de imagens captadas pela *webcam*. O sistema exibe automaticamente o resultado final, informando se o coral está saudável, branqueado, coberto por algas ou se a imagem mostra o fundo marinho sem corais.

Durante o desenvolvimento, buscou-se garantir a precisão do modelo por meio da diversidade das imagens, contemplando diferentes condições de iluminação, profundidade e visibilidade da água, aumentando a capacidade de generalização do algoritmo. O processo completo foi representado por um fluxograma que ilustra o funcionamento do modelo (Figura 2).

Figura 2 - Fluxograma do modelo IA + *Raise Playground*



Fonte: Autoria própria (2025)

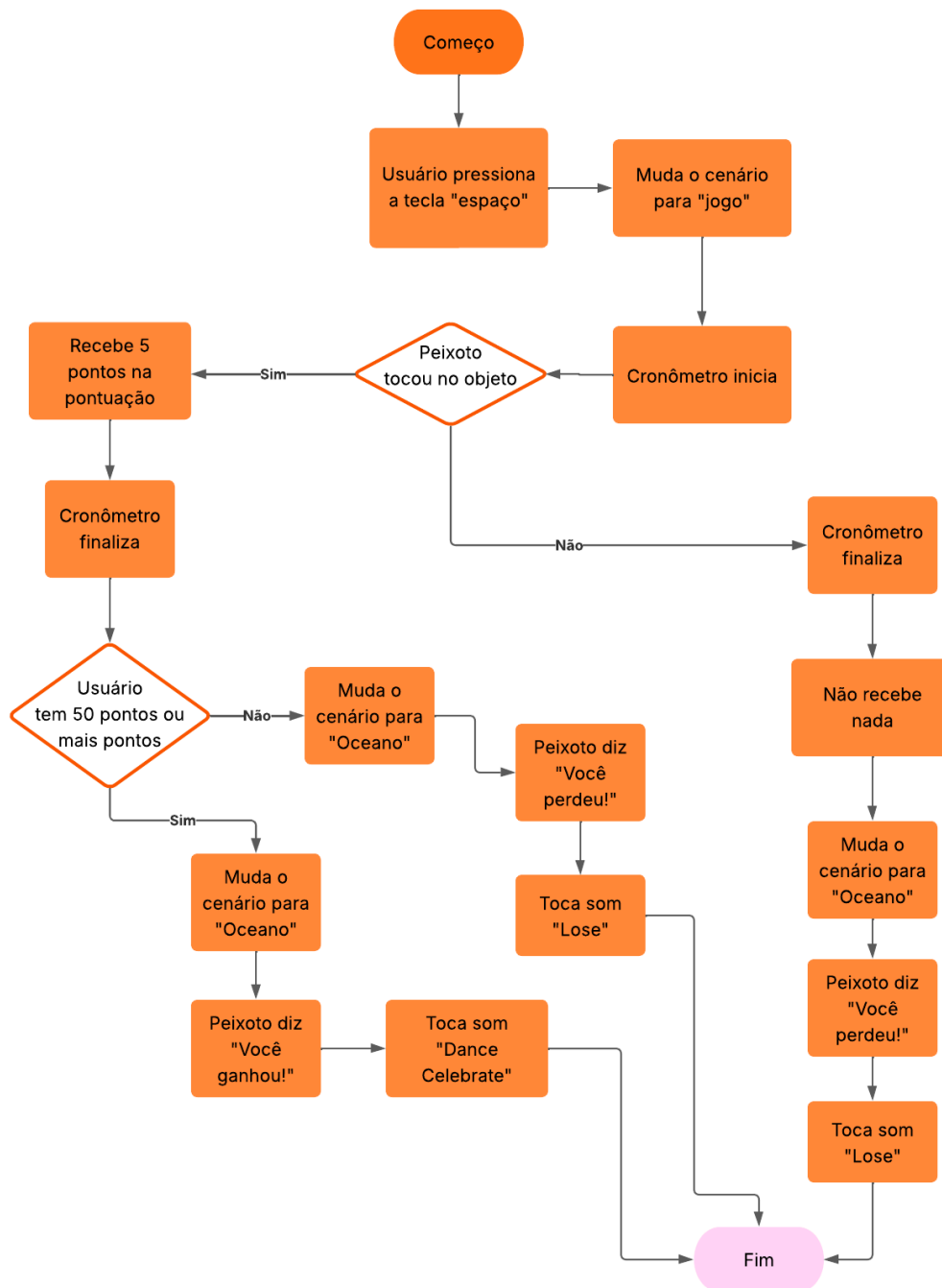
O fluxograma mostra que o sistema inicialmente verifica a presença de corais; caso não sejam encontrados, identifica se a imagem contém algas ou apenas fundo do mar. Confirmada a presença de corais, o algoritmo analisa as cores: tons vivos indicam “Saudável”, enquanto corais branqueados são classificados como “Branqueado”, acionando um alerta sonoro. O resultado é exibido diretamente ao usuário, garantindo clareza e padronização na classificação. Essa dinâmica reforça, de forma prática e lúdica, a



importância da preservação dos recifes e o impacto das ações humanas na saúde dos oceanos.

A Figura 3 apresenta o fluxograma da dinâmica interativa desenvolvida no *Scratch*. Nessa etapa do projeto, o usuário participa de um jogo educativo, coletando elementos poluentes do oceano, como garrafas e tampinhas, acumulando pontos a cada item. Caso alcance 50 pontos antes do término do tempo, o cenário muda para “Oceano”, os objetos são removidos e é exibida a mensagem “Você ganhou!”. Caso contrário, é exibida a mensagem “Você perdeu!”. Essa dinâmica visa estimular a conscientização ambiental, demonstrando de forma lúdica e interativa a importância da preservação dos recifes de corais.

Figura 3 - Fluxograma dinâmica interativa



Fonte: Autoria própria (2025)

### 3.1 Código em blocos

O código em blocos do projeto foi desenvolvido na plataforma *Raise Playground*, com o objetivo de integrar recursos de Inteligência Artificial (IA) e educação ambiental em uma aplicação interativa. Inicialmente, o personagem principal, denominado Peixoto, é

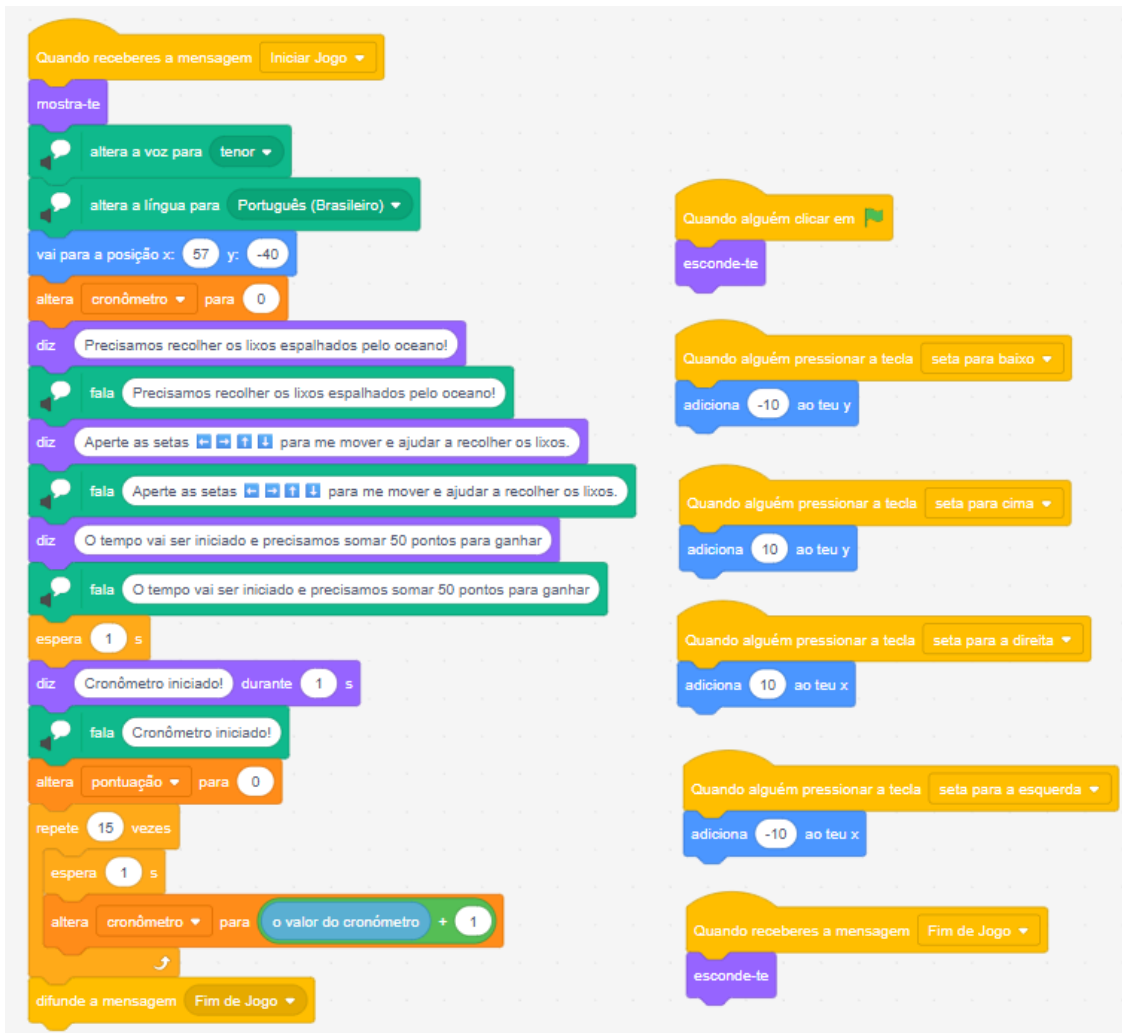


configurado quanto à voz, idioma e cenário, que é definido como “Oceano”. Em seguida, ele realiza a introdução do projeto, orientando o usuário a mostrar uma imagem ou pressionar a tecla espaço para iniciar o processo de reconhecimento por meio da *webcam*, conectado ao modelo de IA elaborado no *Teachable Machine*.

Durante a execução, o sistema identifica diferentes categorias de imagens e responde conforme a predição. Quando um coral saudável é reconhecido, o personagem realiza animações e explica sua importância ecológica. No caso de branqueamento, o cenário é alterado para “Alerta”, o vídeo é desligado e são emitidas mensagens informativas sobre as causas e consequências desse fenômeno. Quando a detecção corresponde a algas marinhas, o Peixoto apresenta sua relevância para o equilíbrio dos ecossistemas e incentiva a continuidade da interação.

Ao pressionar a tecla espaço, inicia-se a fase do jogo. O vídeo é desligado, a pontuação é reiniciada e o cenário é modificado para “Jogo”. Nessa etapa, o jogador controla um mergulhador que deve recolher resíduos presentes no oceano, movimentando-se por meio das setas do teclado. Cada coleta gera pontuação e efeitos sonoros. Ao término, o sistema avalia o desempenho: se o jogador alcançar 50 pontos ou mais, o cenário muda para “Ganhou”; caso contrário, para “Perdeu”. Esse funcionamento está representado na Figura 4, que apresenta o código em blocos responsável pela inicialização, controle do cronômetro e movimentação do personagem durante a fase interativa do jogo.

Figura 4 - Código em blocos



Fonte: Autoria própria (2025)

Desse modo, o código em blocos promove a integração entre tecnologia e conscientização ambiental, utilizando a Inteligência Artificial como ferramenta educativa para ilustrar o impacto do branqueamento dos corais e a importância da preservação marinha.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação de inteligência artificial aliada à educação ambiental se mostrou uma abordagem inovadora para aproximar os participantes da realidade dos recifes de corais e conscientizá-los sobre o branqueamento. Essa integração combina tecnologia e aprendizado prático, estimulando reflexões sobre a preservação dos ecossistemas marinhos e o impacto das ações humanas.

Os resultados preliminares do projeto, apresentados durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, demonstraram que a iniciativa tem grande potencial educativo. O

modelo de IA permitiu identificar diferentes condições dos corais — saudáveis, branqueados, com algas ou fundo marinho — tornando perceptível aos participantes os efeitos do branqueamento. A dinâmica interativa criada no *Scratch*, por sua vez, proporcionou envolvimento lúdico, facilitando a compreensão da importância da conservação marinha.

Para os próximos passos, planeja-se ampliar o projeto para outras escolas e contextos educativos, aprimorando tanto o modelo de IA quanto a experiência interativa. Dessa forma, a iniciativa contribui para fortalecer a consciência ambiental e incentivar atitudes responsáveis em relação aos recifes de corais e ao meio marinho.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O branqueamento de corais é um fenômeno preocupante que compromete a biodiversidade marinha e as populações humanas que dependem dos recifes. A degradação desses ecossistemas implica perda de habitat, alimento e proteção natural, afetando diretamente a pesca, o turismo e o equilíbrio costeiro.

A aplicação de inteligência artificial mostrou-se uma alternativa promissora para o monitoramento em tempo real de recifes e para o ensino de educação ambiental. O modelo desenvolvido foi capaz de identificar as quatro categorias de imagens com bom desempenho, embora sejam necessárias melhorias para diferenciar com maior precisão as classes “alga” e “fundo marinho”.

O caráter educativo do projeto, representado pela interação com o personagem Peixoto, proporcionou uma maneira inovadora e acessível de aproximar o público da ciência, despertando a conscientização sobre os impactos das ações humanas no oceano. Assim, o estudo reforça a importância de unir tecnologia, pesquisa científica e sensibilização social na luta contra as mudanças climáticas e na preservação dos recifes de corais. Proteger os corais é, portanto, proteger a vida marinha e o equilíbrio do planeta.

## REFERÊNCIAS

BARROS, Y. N. *Mudanças ambientais e recifes tropicais urbanos: branqueamento de corais resistentes, algas filamentosas e sedimentos*. Fortaleza: **UFC**, 2019.

CAMPOS, A. B. *Infecções virais e o branqueamento de corais*. Salvador: **UFBA**, 2020.

CHEONG-XIN, C.; CHAI-LING, H.; SIEW-MOI, P. *Tendências na pesquisa de algas marinhas*. **Trends in Plant Science**, v.11, n.4, p.165-166, 2006.

SOARES, M. O.; RABELO, E. F. *Primeiro registro de branqueamento de corais no litoral do Ceará (NE, Brasil)*. **Geociências**, v.33, n.1, p.1-10, 2014.

GHERARDI, D. F. M.; MORAES, L. E. S.; KRUG, L. A. *Desenvolvimento de um modelo de previsão do branqueamento de corais em escala global*. **XVII SBSR**, 2015.

MACHINE, Teachable. **O que é Teachable Machine?** 2019.

OLIVEIRA, H. N. M. et al. *A associação do branqueamento de corais da costa brasileira com as mudanças climáticas*. Dourados: **UFGD**, 2024.

ONU. *Os corais do mundo estão sofrendo branqueamento*. **PNUMA**, 2024.

PLAYGROUND, Raise. *Sobre o Raise Playground*. **MIT**, 2025.

RUTZ, S. F.; SOUZA, D. B. *O problema do branqueamento de corais*. **SBMAC**, 2015.

BLOEDAU, A. B. C. V. *O branqueamento da Grande Barreira de Corais*. **Hottopos**, 2018.