

# ROBÓTICA

Primeiros Passos

Módulo 2



AULA 24

## Lançador de aviões

Diretoria de Tecnologia e Inovação

**GOVERNADOR DO ESTADO DO PARANÁ**

Carlos Massa Ratinho Júnior

**SECRETÁRIO DE ESTADO DA EDUCAÇÃO**

Roni Miranda Vieira

**DIRETOR DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

Claudio Aparecido de Oliveira

**COORDENADOR DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS**

Marcelo Gasparin

**Produção de Conteúdo**

Darice Alessandra Deckmann Zanardini

**Validação de Conteúdo**

Cleiton Rosa

**Revisão Textual**

Orlando de Macedo Junior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Edna do Rocio Becker

**Ilustração**

Jocelin Vianna (Ascom)

**Modelagem Blender**

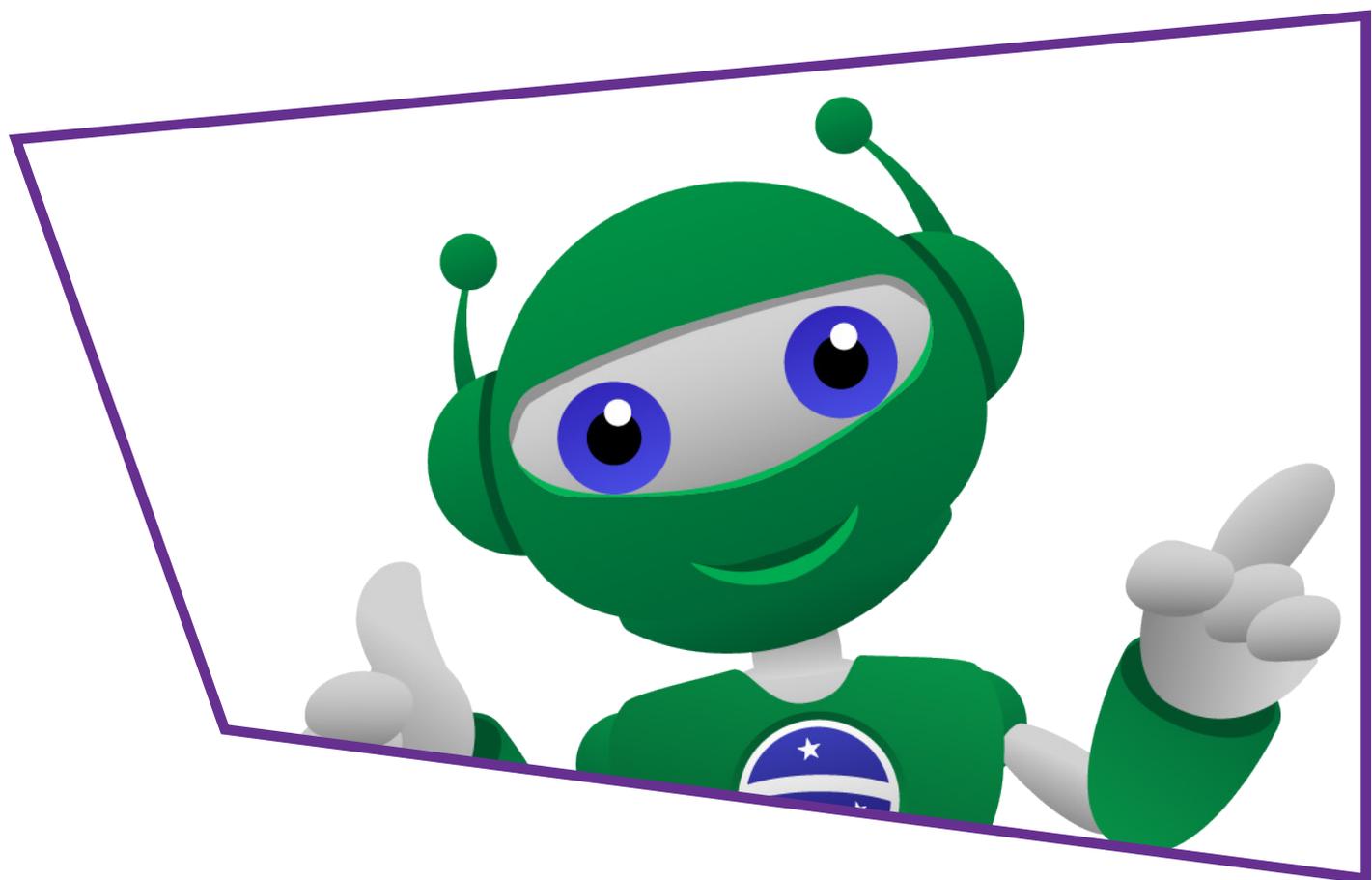
Cleiton Rosa

Roberto Carlos Rodrigues

2023

# SUMÁRIO

Introdução	2
Objetivos desta aula	3
Competências gerais previstas na BNCC	4
Habilidades do século XXI a serem desenvolvidas	5
Roteiro da aula	6
1. Contextualização	6
2. Feedback	14
Referências	15
Anexos	16



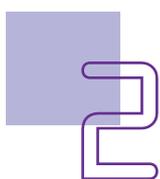
## Introdução

O mundo da aviação fascina muitas pessoas, seja pela associação com o voar dos pássaros ou mesmo pela ideia de estar entre as nuvens. Talvez por isso, várias brincadeiras acabam envolvendo a figura dos aviões, como os modelos em papel ou de aerodelismo, por representarem o movimento de se deslocar pelo ar.

Além disso, há estudos, como um realizado por

pesquisadores da Universidade de Nova Iorque e publicado em 2022 pela Universidade de Cambridge, sobre o desenvolvimento de drones e robôs voadores pela análise da aerodinâmica e centro de massa dos aviões de papel, pois a forma como estes aviões planam sem motores difere da forma como os aviões convencionais voam com seus motores.

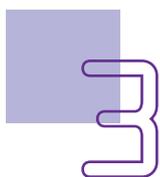
Vamos compreender algumas ideias por trás do deslocamento dos aviões e construir modelos em miniatura para usarmos com o protótipo de um lançador? Nesta aula e nas próximas duas aulas, nosso foco será na construção e programação de uma plataforma para lançamentos de aviões feitos em papel e também em isopor, alternativa aos aviões de aerodelismo geralmente construídos com madeira balsa, material leve e resistente.





## Objetivos desta aula

- Conhecer os princípios da aerodinâmica para desenvolvimento de protótipo de avião;
- Desenvolver aviões em miniatura;
- Conhecer as formas de lançamento de aviões em plataformas.





## Competências gerais previstas na BNCC

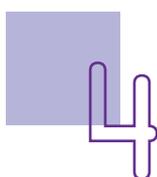
**[CG02]** - Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

**[CG04]** - Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

**[CG05]** - Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

**[CG09]** - Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

**[CG10]** - Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.





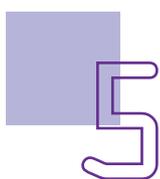
## Habilidades do século XXI a serem desenvolvidas

- Pensamento crítico;
- Afinidade digital;
- Resiliência;
- Resolução de problemas;
- Colaboração;
- Comunicação.



## Lista de materiais

- Papel sulfite;
- Bandejas de isopor com 4 mm de espessura;
- Palitos de dente;
- Régua;
- Tesoura;
- Lápis ou caneta;
- Cola para isopor;
- Fita crepe;
- Clipes de papel com cerca de 3 cm de comprimento.





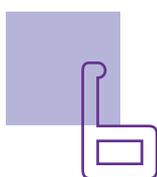
## Roteiro da aula

### 1. Contextualização

Devido ao fascínio pelo mundo da aviação, são variadas as opções de construção de aviões em escala menor aos aviões “de verdade” com materiais como papel, fibra de vidro, madeira ou isopor.

Os mais comuns são os aviões em origami, no qual o papel é dobrado seguindo características visuais semelhantes às aeronaves: bico angulado e asas em uma mesma direção. Alguns outros modelos de aviões de papel possuem dobraduras adicionais nas asas e bico, visando à melhoria de voo a partir da sua aerodinâmica, parte da Física que estuda sobre o movimento de corpos em meio a um fluido (ar/água). O legal desta experiência em origami é pensar em alguns princípios quanto à forma dos aviões de papel e se sua estabilidade depende de outros fatores, como um ângulo para lançamento.

No site [Paper Airplane Designs](https://www.paperairplane.com/) (em inglês), você encontra uma série de modelos de avião de papel com orientações passo a passo (incluindo fotos e vídeos) para as dobraduras. Que tal **escolher alguns modelos para você dobrar** e também testarmos nas próximas aulas, junto com os aviões em isopor que serão montados na sequência desta aula?



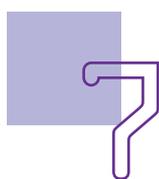
Um outro material alternativo para a construção de aeromodelos – e também focaremos nesse para utilizar nesta aula – é o isopor. Como a Robótica busca estimular a criatividade ao propor a ressignificação de materiais e reaproveitamento de componentes – você saberá mais sobre este tema na **Aula 28 - Como mexer?** – nossa indicação é, para a construção das miniaturas de aviões, reaproveitar as bandejas de isopor geralmente utilizadas na comercialização de alimentos e frios.

Figura 1 - Exemplos de bandejas de isopor



Fonte: iStock

Como este material, além de leve, pode ser frágil e precisaremos testar as possibilidades de voo. E como nas aulas seguintes faremos testes de lançamentos, se for possível construa modelos a mais tanto deste quanto dos outros aviões disponíveis nos demais **Anexos**, observando as indicações nas peças!



### Miniaturas como formas de acessibilidade

As miniaturas são um atrativo também para pessoas que não conseguem enxergar. Ao manipularem protótipos pequenos de grandes objetos, como o avião, as pessoas cegas conseguem assimilar, pelo tato, a forma destes objetos. O legal é que esta ideia pode ser aplicada também a prédios e monumentos, como a Prefeitura de Curitiba tem feito com seus pontos turísticos.



[Miniaturas de atrativos turísticos para cegos e pessoas com baixa visão agrada o público](#)



[Curta Curitiba na Palma da Mão](#)

Se você conhece alguém que não enxerga, apresente a sua miniatura em isopor para a pessoa perceber o formato do avião!



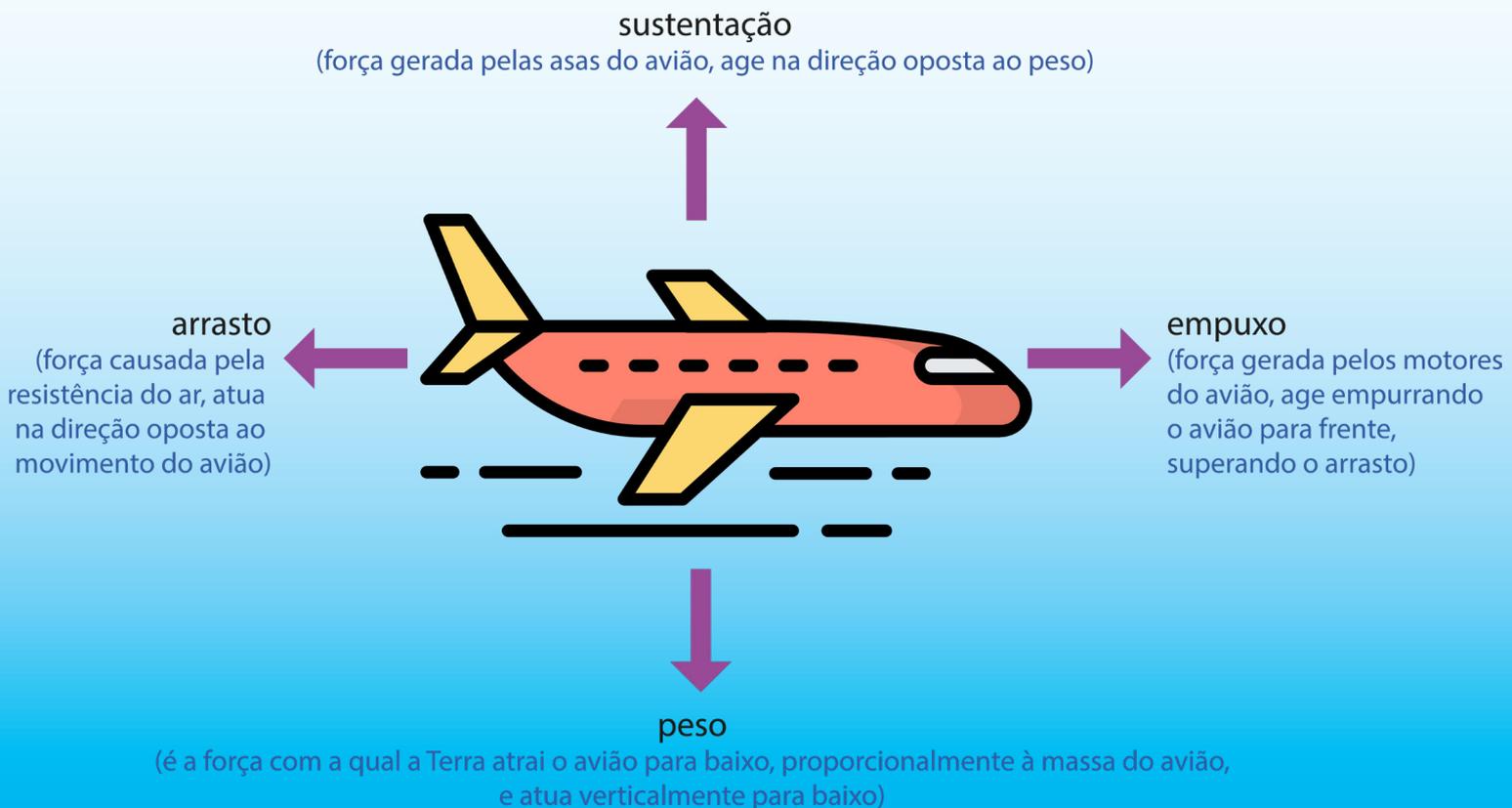
# Lançador de aviões

Antes de seguir para nossas miniaturas, que tal uma visão geral sobre por que os aviões voam?

Os aviões voam porque existe um conjunto de forças que, juntas, anulam seu peso no ar, permitindo que ele se sustente durante o voo. As asas são projetadas para criar sustentação na atmosfera e, quando o avião se move, suas turbinas empurram

o ar para trás, criando uma diferença de pressão entre as partes de cima e de baixo das asas. Isso direciona o avião ao céu e mantém o equilíbrio quanto à força da gravidade, que tende a direcionar as coisas ao centro da Terra e não ao ar. Durante o voo, o avião também enfrenta o arrasto, que é a resistência ao ar (como o que sentimos quando andamos de bicicleta ou skate).

Infográfico 1 - Forças atuantes sobre o avião



Fonte: SEED/DTI/CTE



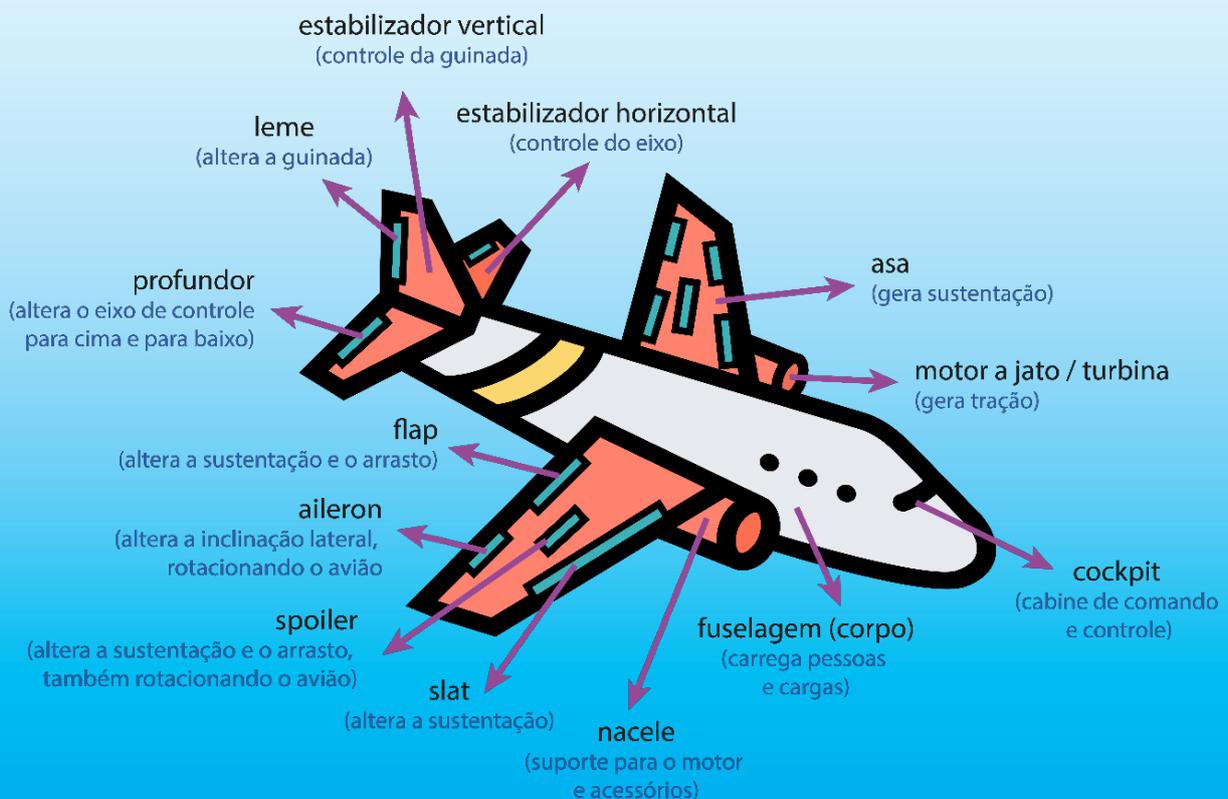
# Lançador de aviões

O avião nem sempre voa mantendo sua velocidade e direção constante. Por exemplo, no início do voo, sua velocidade é ascendente à medida que ganha altura, enquanto no momento final de voo, sua velocidade é descendente para permitir uma aterrissagem suave. Além desses, há momentos em que a direção do voo é alterada, como quando a aeronave precisa realizar uma curva.

Para o avião decolar ou aterrissar, a sustentação também é fundamental - é o ajuste dela em relação ao peso do

avião que possibilita as mudanças de altitude (o quão alto o avião pode ficar do nível médio do mar). Os aviões precisam estar com seu centro de massa alinhado com a asa, com o peso distribuído pela aeronave, o que pode evitar movimentos bruscos ou mesmo uma rotação de frente para trás, perdendo a estabilidade durante o voo. Por isso e para lidar com as forças atuantes durante o voo, os aviões possuem partes móveis que, junto com a potência dos motores, são controladas durante o voo.

Infográfico 2 - Partes do avião



Fonte: SEED/DTI/CTE



No caso dos nossos protótipos em isopor, mais simples por não possuírem todas as partes de um avião real, pode ser necessário adicionar um peso à ponta do avião para que a miniatura mantenha o equilíbrio. Considerando que a estrutura de um avião em isopor pode ficar mais pesada na parte traseira. Nossa sugestão nos aviões propostos para a aula é que você adicione um pedaço de palito de dente na fuselagem ou enrole a ponta da miniatura com fita crepe ou adicione um ou dois cliques no bico do avião, conforme o modelo escolhido e testes de lançamento. Isso auxiliará também na vida útil do protótipo por proteger a frente do avião se ele “cair de bico” no chão.

Que tal montar também outros aviões em miniaturas

em isopor para testes na plataforma de lançamento? Disponibilizamos nos Anexos desta aula outros modelos para você experimentar e também construir utilizando bandejas de isopor! Nas próximas aulas, focaremos na montagem e nos testes de um protótipo, inspirado em uma catapulta, que usaremos para lançar pequenos aviões.

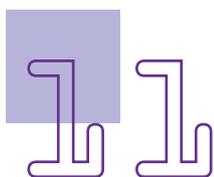
A catapulta é um equipamento utilizado desde a antiguidade para lançar coisas no ar. Como veremos na minia-

tura que construiremos na próxima aula, a catapulta é constituída por uma base e uma alavanca, como se fosse um braço, que, em movimento, lança objetos. Este movimento ocorre porque na alavanca podem existir molas ou elásticos, os quais, quando esticados, armazenam energia. Ao soltar estes elásticos ou molas, a energia potencial (que ficou armazenada) é convertida em energia cinética, ou seja, gera o movimento do lançamento.

Figura 2 - Catapulta

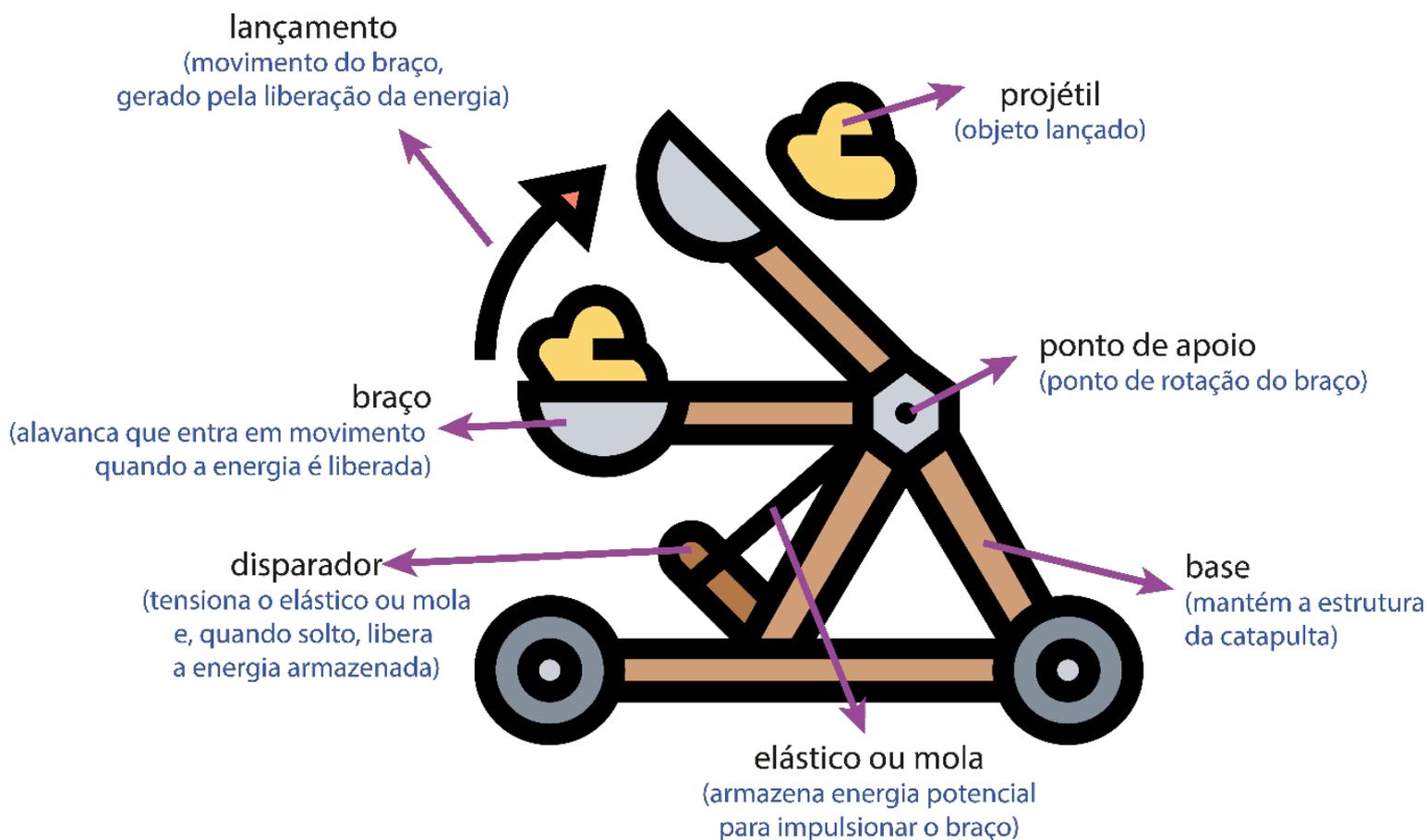


Imagem de kalhh-Pixabay





Infográfico 3 – Funcionamento de catapulta



Fonte: SEED/DTI/CTE



[Catapulta ou rampa? Veja como são as decolagens em porta-aviões](#) (4min17)

O canal no YouTube de Alexandre Saconi traz imagens cedidas pelo Departamento de Defesa dos EUA e pela Marinha Real do Reino Unido, para fins jornalísticos, em que visualizarmos duas formas de decolagens em porta-aviões, cuja pista de decolagem é mais curta que a pista de aeroportos: catapulta ou rampa.

A catapulta utilizada para a decolagem de aviões está conectada à pista e o avião é posicionado sobre ela para ser impulsionado para frente e ter uma "ajuda extra" na decolagem. A rampa fica no final do percurso da pista, para o avião ser direcionado para cima.

Guarde, para utilizarmos na próxima aula, tanto os protótipos de avião montados nesta aula quanto as informações iniciais sobre catapulta!

Até lá!



## Desafios

Que tal procurar outros modelos de aviões que possam ser feitos com papel ou isopor? Encontrando estes modelos, prepare-os em tamanhos variados para a utilizarmos nas duas próximas aulas!

## E se...?

As miniaturas de avião sofrerem acidentes ou forem prejudicadas? Como estaremos lidando com protótipos e testes, considere sempre ter disponível material para a construção de mais miniaturas, se necessário. O importante é manter o foco de que, no mundo da Robótica e da mão na massa, as tentativas de acerto e erro e “pensar em um plano B” fazem parte das atividades!

## 2. Feedback e finalização

**a.** Confira, compartilhando seu projeto com os demais colegas, como ficaram os modelos de aviões recortados e montados e se vocês fariam outros cortes e ajustes às miniaturas.

**b.** Reflita se as seguintes situações ocorreram:

**i. Colaboração e cooperação:** você e os membros de sua equipe interagiram entre si, compartilhando ideias que promoveram a aprendizagem e o desenvolvimento deste projeto?

**ii. Pensamento crítico e resolução de problemas:** você conseguiu identificar os problemas, analisar informações e tomar decisões de modo a contribuir para o projeto desenvolvido?

**c.** Organize os materiais alternativos utilizados nesta aula.



## Referências

ANAC. ANACpédia. Disponível em: <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por-por/por-por.htm>. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 12 jul. 2022.

CAMARGO, Adriano A.; BARBOSA, Ana Carla; EUGENIO, Eduardo; DORM, Paulo Sérgio F.; VALERIAN JUNIOR, Valdecir. **Sistema de estabilização de voo de uma aeronave não tripulada**. 2014. 65 f. Relatório Técnico/TCC - Curso de Técnico em Mecatrônica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Araraquara, 2014. Disponível em: [https://www.arq.ifsp.edu.br/phocadownload/repositorio/relatorios/tecnico\\_mecatronica/SISTEMA\\_DE\\_ESTABILIZACAO\\_DE\\_VOO\\_DE\\_UMA\\_AERONAVE\\_NAO\\_TRIPULADA.pdf](https://www.arq.ifsp.edu.br/phocadownload/repositorio/relatorios/tecnico_mecatronica/SISTEMA_DE_ESTABILIZACAO_DE_VOO_DE_UMA_AERONAVE_NAO_TRIPULADA.pdf). Acesso em: 15 jun. 2023.

FINIO, Ben. Build a paper airplane launcher: a soaring science activity form science buddies. **Scientif American**. 06 fev. 2020. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/build-a-paper-airplane-launcher/>. Acesso em: 10 maio 2023.

GONÇALVES, Lucas Ferreira. **Desenvolvimento de uma máquina de manipulação e lançamento de projéteis de papel para participação na competição de projetos estudantis da ASME**. 2016. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10522/1/CT\\_DAMEC\\_2016\\_2s\\_59.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/10522/1/CT_DAMEC_2016_2s_59.pdf). Acesso em: 10 mai 2023.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. **Aviões de papel revelam detalhes desconhecidos da aerodinâmica**. 07 mar 2022. Disponível em [www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=avioes-papel-revelam-complexa-aerodinamica-desconhecida](http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=avioes-papel-revelam-complexa-aerodinamica-desconhecida). Acesso em: 19 maio 2023.

LI, H., GOODWILL, T., JANE WANG, Z., & RISTROPH, L. (2022). **Centre of mass location, flight modes, stability and dynamic modelling of gliders**. Journal of Fluid Mechanics, 937, A6. doi:10.1017/jfm.2022.89. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-fluid-mechanics/article/centre-of-mass-location-flight-modes-stability-and-dynamic-modelling-of-gliders/D4983A693B836A364D19C95B4D5FFC3B>. Acesso em: 26 maio 2023.

NASA. **Airplane Parts Definitions**. Disponível em: <https://www1.grc.nasa.gov/wp-content/uploads/NASA-Glenn-Airplane-Parts-2.pdf>. Acesso em: 11 julho 2023.

NERDNICRC. **Free Plans**. Disponível em: <https://www.nerdnic.com/>. Acesso em: 04 julho 2023.

SCIENTIFIC AMERICAN. **Build a paper airplane launcher**. A soaring science activity form Science Buddies. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/build-a-paper-airplane-launcher/>. Acesso em: 10 maio 2023.



## Anexo 1 - Modelo Stang

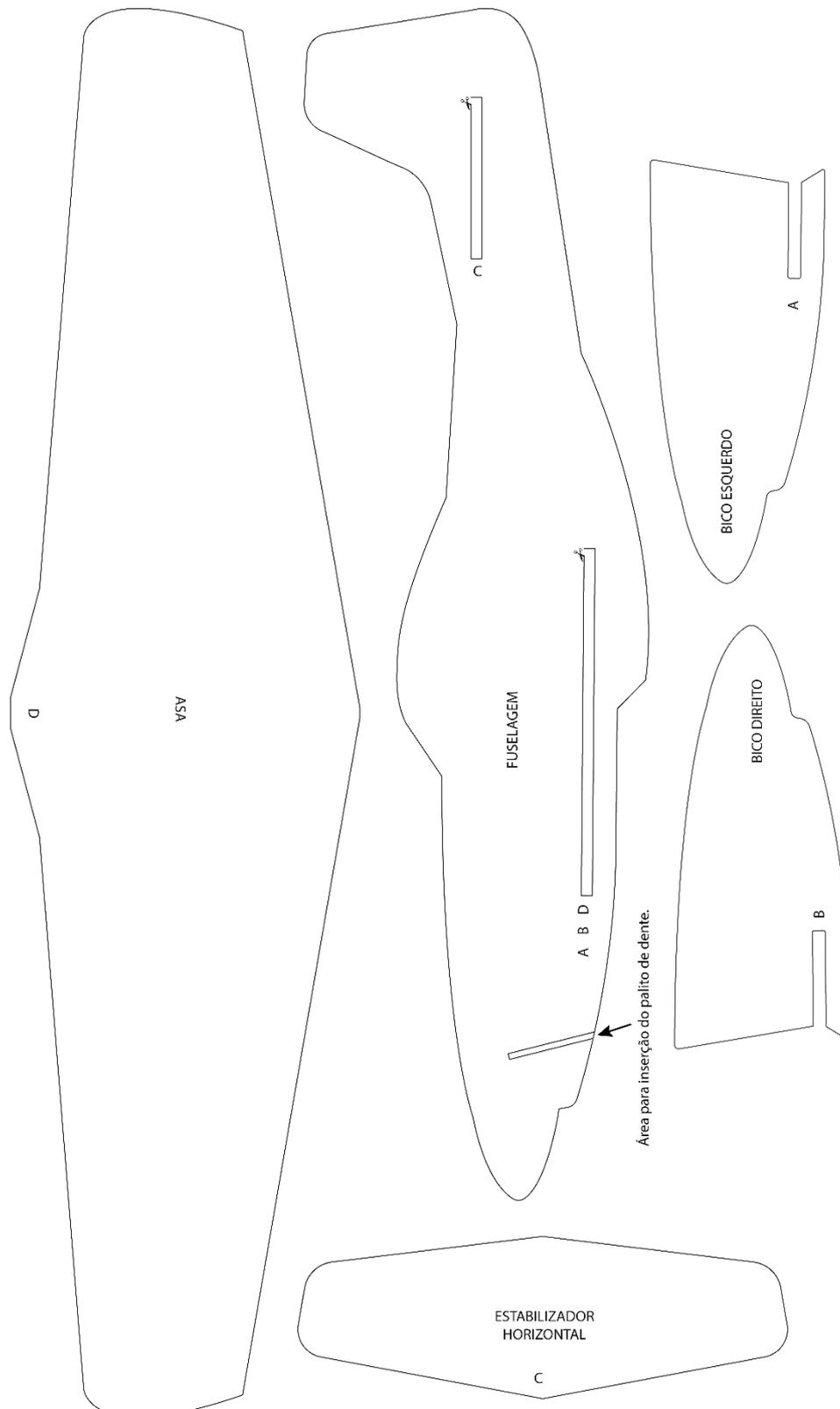
### Instruções:

1. Corte as partes do avião no isopor.
2. Cole os bicos nas laterais da fuselagem, seguindo o desenho do cockpit e alinhando as áreas de corte para encaixe da asa.
3. Insira e cole a asa no vão da fuselagem.
4. Insira e cole o estabilizador horizontal na fuselagem e voe!
5. Observe, no primeiro voo, se o movimento deste modelo está correto e, se necessário, adicione um peso, como cliques ou um pedaço de palito de dente na região indicada.

Protótipo nnChuckStang



Fonte: nerdnicRC



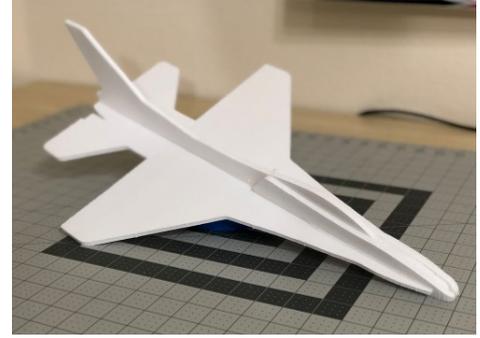
## Anexo 2 - Modelo F-16

### Instruções:

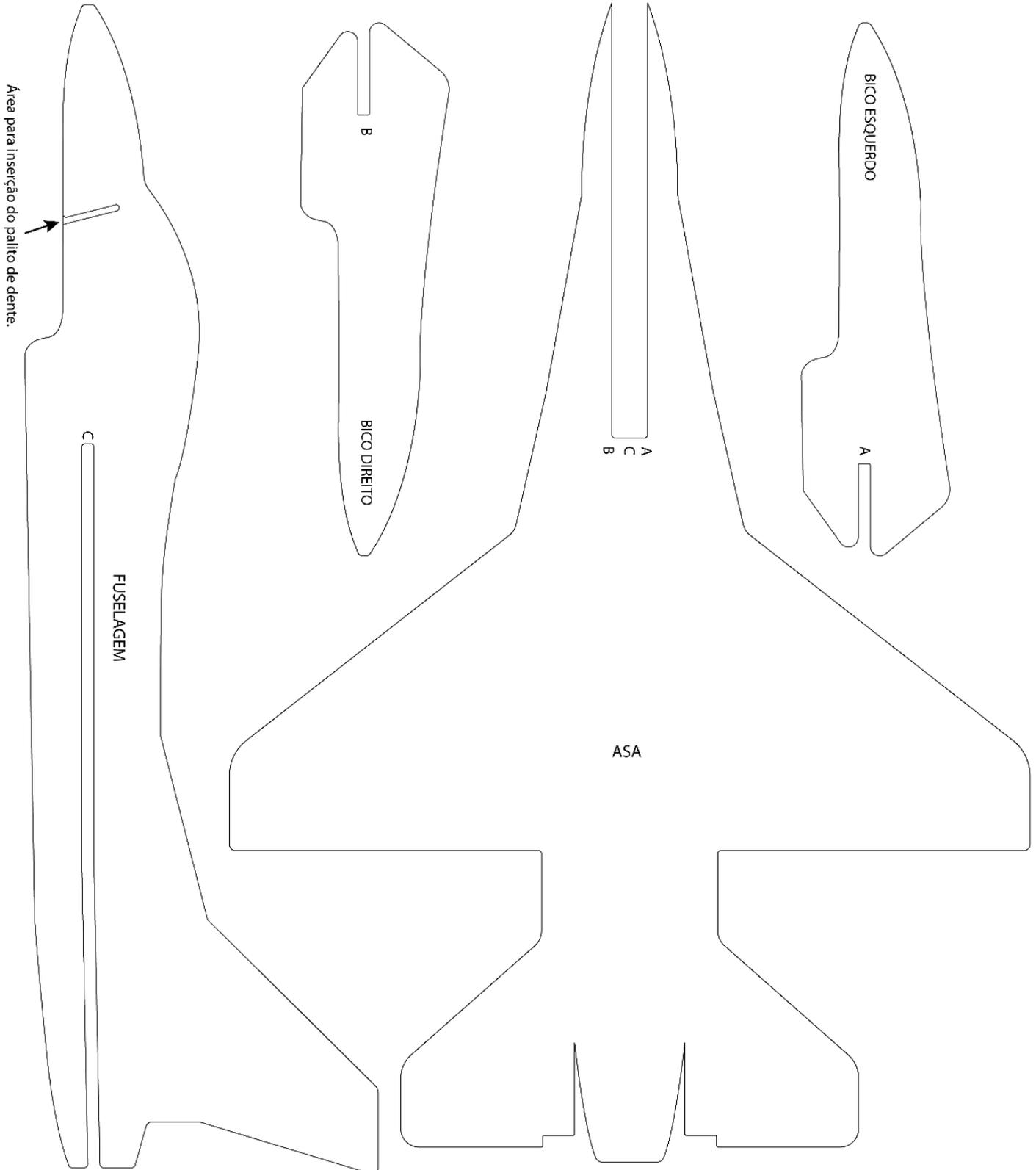
1. Corte as partes do avião no isopor.
2. Cole um pedaço de palito de dente na região indicada.
3. Cole os bicos nas laterais da fuselagem, seguindo o contorno da área inferior do cockpit.
4. Deslize a asa por trás da fuselagem, na área de encaixe entre as peças, e cole.
5. Verifique os encaixes e colagens e voe!

Obs.: Se perceber que será necessário estabilizar mais o avião, insira mais peso na região frontal do avião.

Protótipo nnChuck F-16



Fonte: nerdnicRC



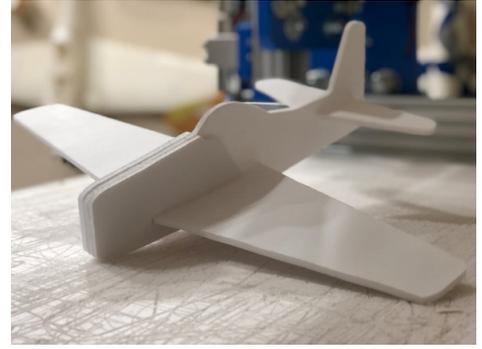
## Anexo 3 - Modelo Cat

### Instruções:

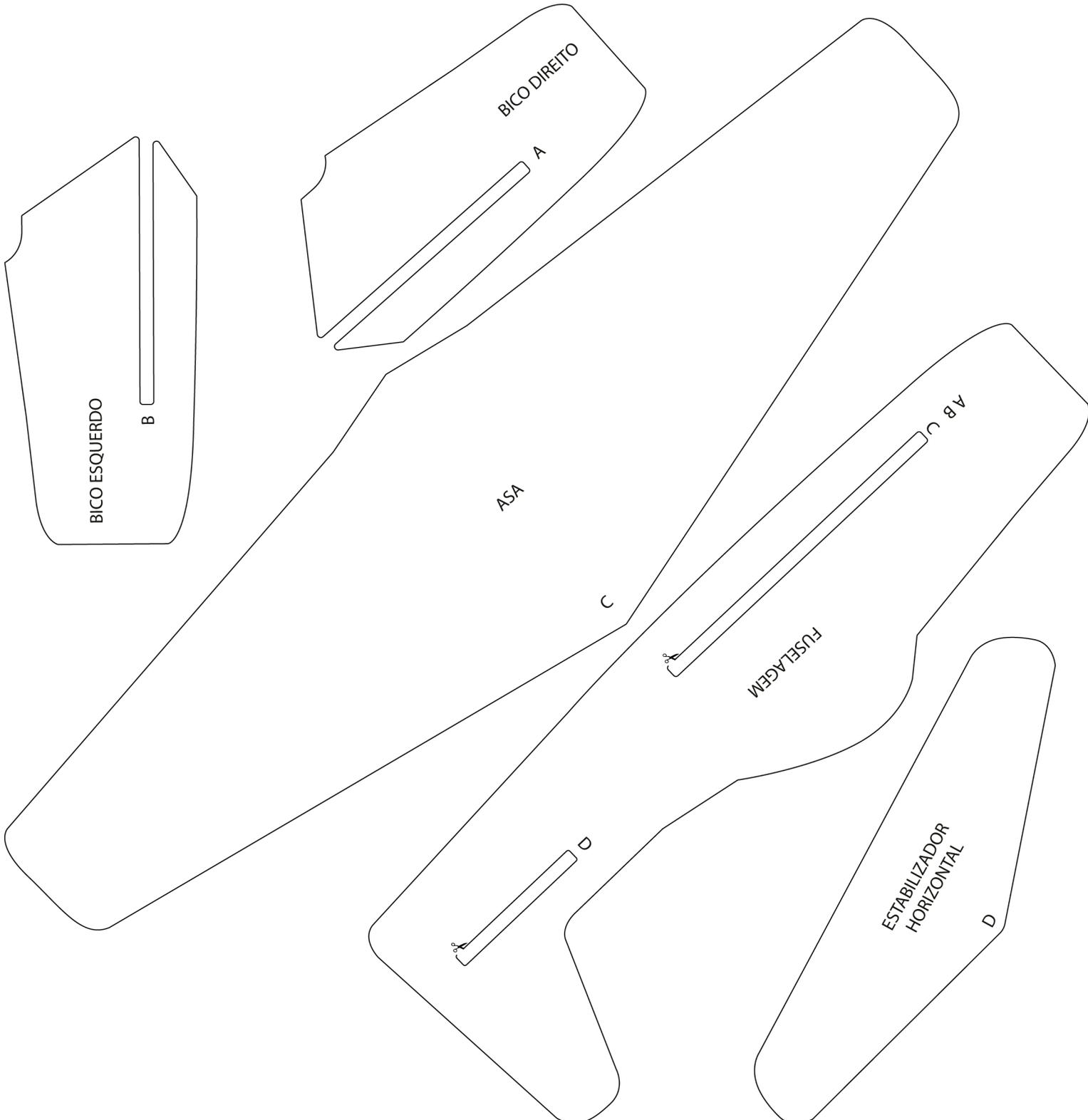
1. Corte as partes do avião no isopor.
2. Cole os bicos nas laterais da fuselagem, alinhando os cortes destinados ao encaixe da asa.
3. Insira a asa no vão da fuselagem e cole.
4. Insira e cole o estabilizador horizontal na fuselagem e voe!

**Obs.:** Se perceber que será necessário estabilizar o avião, insira um palito ou cliques na região frontal do avião.

Protótipo nnChuckCat



Fonte: nerdnicRC



## Anexo 4 - Modelo L-39

### Instruções:

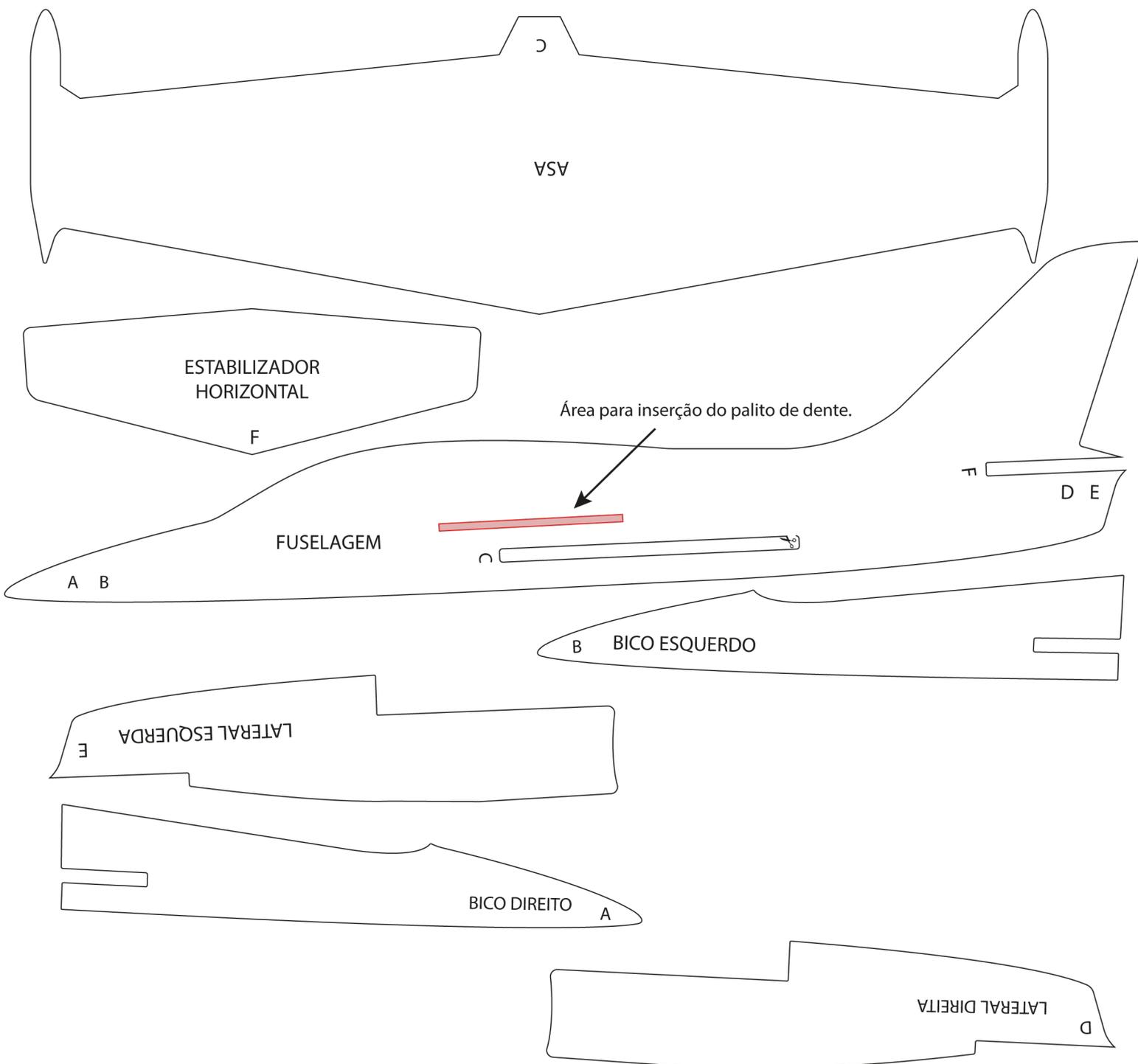
1. Corte as partes do avião no isopor.
2. Cole o palito de dente na área indicada da fuselagem.
3. Cole os bicos (A e B) nas laterais da fuselagem, alinhando os cortes destinados ao encaixe da asa.
4. Insira a asa (C) no vão da fuselagem e cole.
5. Insira e cole o estabilizador horizontal na fuselagem e voe!

**Obs.:** Se perceber que será necessário estabilizar o avião, insira um pedaço de palito ou cliques na região frontal do avião.

Protótipo nnChuck L-39



Fonte: nerdnicRC



**DIRETORIA DE TECNOLOGIAS E INOVAÇÃO (DTI)**  
**COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS (CTE)**

**EQUIPE ROBÓTICA PARANÁ**

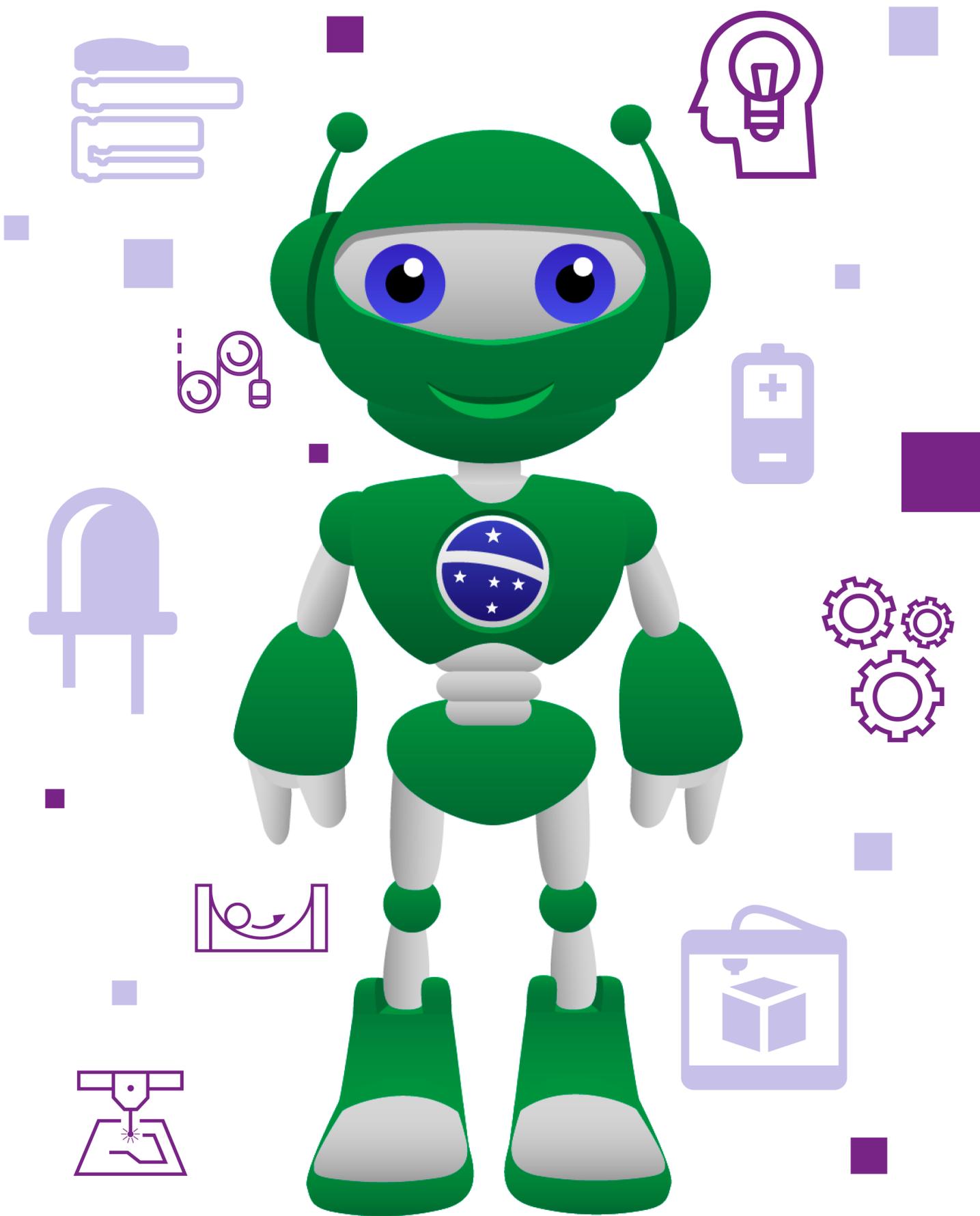
Andrea da Silva Castagini Padilha  
Cleiton Rosa  
Darice Alessandra Deckmann Zanardini  
Edgar Cavalli Júnior  
Edna do Rocio Becker  
José Feuser Meurer  
Marcelo Gasparin  
Michele Serpe Fernandes  
Michelle dos Santos  
Orlando de Macedo Júnior  
Roberto Carlos Rodrigues

Os materiais, aulas e projetos da “Robótica Paraná” foram produzidos pela Coordenação de Tecnologias Educacionais (CTE), da Diretoria de Tecnologia e Inovação (DTI), da Secretaria de Estado da Educação (SEED), com o objetivo de subsidiar as práticas docentes com os estudantes por meio da Robótica.

Este material foi produzido para uso didático-pedagógico exclusivo em sala de aula.



Este trabalho está licenciado com uma Licença  
Creative Commons – CC BY-NC-SA  
[Atribuição - NãoComercial - Compartilha Igual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



DTI - DIRETORIA DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO  
DETED - DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS