Pegada Ecológica Computacional

1. Apresentação

Este caderno foi elaborado para apoiar você, docente, na condução de atividades que integram **tecnologia**, **sustentabilidade** e **robótica educacional** em sala de aula. A proposta é criar um espaço de reflexão e prática, em que estudantes possam compreender os desdobramentos socioambientais da tecnologia e, ao mesmo tempo, desenvolver soluções criativas e responsáveis para os desafios do nosso tempo.

O fio condutor das atividades é a discussão sobre tecnologia e sustentabilidade, destacando as relações entre a robótica educacional, o ambiente e a sociedade, bem como podemos agir de forma crítica e cidadã diante dessas transformações. O objetivo central é promover a cidadania socioambiental. Para isso, propomos a integração destes temas, incentivando estudantes a analisar problemas reais e a propor soluções que considerem a responsabilidade social e ambiental.

Esse caderno é, portanto, um convite para que você conduza seus estudantes em uma jornada de descobertas, debates e criações, na qual a tecnologia deixa de ser apenas uma ferramenta e passa a ser também objeto de reflexão crítica e de ação cidadã.

1.1 Tema

A Tecnologia e seus desdobramentos socioambientais.

1.2 Objetivo

Promover a cidadania socioambiental por meio da integração entre sustentabilidade e robótica educacional para analisar problemas e desenvolver soluções responsáveis.

1.3 Público

4º, 5º e 6º anos do Ensino Fundamental.

1.4 Momentos

De dois a quatro encontros de aproximadamente 1h40min cada, totalizando quatro ou oito aulas.

1.5 Ambiente educativo

- Sala com mesa ampla e cadeiras; ou sala de aula comum modificada com carteiras agrupadas formando uma mesa única para facilitar o trabalho coletivo.
- Quadro de giz ou quadro branco para anotações.
- Projetor e computador com acesso à internet para apresentação de vídeo.
- Espaço *maker* como uma possibilidade interessante para explorar a construção de protótipos.
- O jogo pode ser adaptado ao espaço externo da escola.

1.6 Recursos didáticos

- Vídeo para problematização: CNN Innovation: Robocup mostra futuro da robótica e automação | CNN PRIME TIME.
- Material teórico para subsidiar as discussões sobre pegada ecológica e robótica. Disponível na seção 3. Saberes relacionados.
- Atividade com Computação Desplugada.
- Atividades com o software Tinkercad.

MAIS DETALHES

Computação Desplugada:

- Tabuleiro com no mínimo 45cm x 45cm (4x4 = 16 casas) ou adaptar espaço na escola;
- Fita adesiva colorida para malha quadriculada;
- Régua;
- Lápis;
- Bonecos ou personagens criados/adaptados por estudantes, considerando a compatibilidade com o tamanho do tabuleiro. Podem ser utilizadas as minifiguras de Lego, princesas, Polys, soldadinhos ou miniaturas de personagens para serem os jogadores (caso seja

utilizado o espaço no chão, considerar estudantes como jogadores);

- Elementos para reflexão sobre a pegada ecológica (podem ser utilizados brinquedos ou desenhos para simbolizar as discussões apresentadas): smartphone, geladeira, peixe, data centers, globo terrestre, ampulheta;
- Cartões Computação Desplugada e Cartas Programação Desplugada impressos (acesso nos links).

Tinkercad:

- Computador com acesso à internet;
- Software Tinkercad;
- Simulador virtual da plataforma Tinkercad para a construção do "Semáforo da Pegada Ecológica" e "Sinalizando a Pegada Ecológica".

Cartões do Semáforo da Pegada Ecológica

Sinalizando a Pegada Ecológica - Projeto Lógico e Físico

2. Cenário educativo

A robótica é um campo de estudos multidisciplinar que combina ciência da computação, engenharia e tecnologia para o desenvolvimento de robôs, que são artefatos capazes de realizar tarefas de forma autônoma ou controlados por seres humanos. Setores como a indústria, a agricultura e a medicina já possuem pesquisas e tecnologias capazes de aumentar a eficiência, reduzir os custos e os riscos das atividades humanas e garantir maior precisão na execução das ações (LOUSADA, 2020).

A robotização e a utilização da robótica no dia a dia já são uma realidade em muitos países, como China, Japão e Coreia do Sul e a discussão sobre a substituição das pessoas por robôs no trabalho é um dos desdobramentos socioeconômicos que pode ser abordado em sala de aula.

Além dessa importante reflexão, outra vertente que pode ser explorada no processo de ensino-aprendizagem diz respeito aos recursos finitos do planeta Terra. Para o processo de robotização que se espera para o futuro, muitos recursos naturais e investimentos internacionais estão sendo destinados à produção em larga escala.

Para instigar o início da reflexão, o cenário educativo pode ser apresentado, iniciando por meio de um vídeo para mobilizar o debate:

ACESSE:

Vídeo: CNN Innovation: Robocup mostra futuro da robótica e automação | CNN PRIME TIME

A partir do vídeo, é possível incentivar estudantes a pesquisar sobre como a robótica está presente no cotidiano em diferentes culturas. Na China, como mostrado no vídeo, os robôs já atuam em diversas funções na indústria, em atividades domésticas e no *delivery* de alimentos.

FICA A DICA!

Antes da pesquisa, sugere-se que estudantes assistam ao vídeo com acompanhamento docente, que, por vezes, fará algumas intervenções acerca das informações nele contidas. Essa prática é necessária para que a turma perceba e analise, de forma crítica e reflexiva, os dados apresentados no material visual.

Nesse momento, é importante fazer o registro escrito das hipóteses e observações de estudantes, como um *Brainstorming*, na lousa ou utilizando os demais materiais disponíveis.

Posteriormente, incentivar a pesquisa orientada sobre a presença da robótica no cotidiano das pessoas em diferentes culturas.

Na sequência, é importante retomar o vídeo e os resultados das pesquisas, construindo um panorama a partir da escuta de estudantes e da ampliação dos repertórios obtidos por meio dos resultados das pesquisas, das reflexões, as quais podem auxiliar na discussão sobre questões sociais, como a substituição dos trabalhadores humanos por robôs.

QUESTÕES E INQUIETUDES

- Quais problemas ambientais você percebe próximos da sua casa? E da sua escola?
- Qual a principal origem desses problemas?
- Quais propostas você teria para minimizar ou solucionar esses problemas?
- Será que alguma tecnologia poderia apoiar a resolução de problemas ambientais? Como?
- Será que é possível usar programação para monitorar situações ambientais?
- O uso excessivo de tecnologia pode, de alguma forma, causar problemas ambientais? Quais? Como?
- Em algumas culturas, a automação é vista como um luxo, enquanto em outras é uma necessidade. Como diferentes culturas percebem a presença de máquinas no ambiente doméstico ou de trabalho? Existem receios, como, por exemplo, a invasão de privacidade ou a perda de interações sociais?

Outro debate que pode ser levantado diz respeito à origem dos materiais utilizados na construção dos robôs. As pessoas estudantes podem ser estimuladas a refletir sobre a quantidade de recursos naturais, como são extraídos da Terra e os processos de transformação para a produção em larga escala de robôs. Essa discussão está permeada nas questões de sustentabilidade e da pegada ecológica, as quais podem instigar estudantes com o levantamento de hipóteses e a compreensão prévia. Os materiais disponíveis na seção Saberes relacionados podem contribuir para o aprofundamento da pesquisa.

Será que a questão da sustentabilidade pode ser apoiada por meio de tecnologias? Vamos analisar!

De acordo com a Organização Não-Governamental Brasileira "Fundo Mundial para a Natureza" (WWF) (https://www.wwf.org.br/), a **pegada ecológica** é uma metodologia de contabilidade ambiental que avalia justamente o impacto do consumo sobre os recursos naturais.

A pegada ecológica de um país, de uma cidade, de uma empresa ou de uma pessoa corresponde ao tamanho das áreas produtivas de terra e de mar, necessárias para gerar produtos, bens e serviços que utilizamos no nosso dia a dia.

Criada pelos pesquisadores Mathis Wackernagel e William Rees em 1990 na Universidade da Colúmbia Britânica, no Canadá, essa métrica é uma forma de traduzir, em hectares globais (gha), a extensão de território que uma pessoa ou toda uma sociedade "utiliza", em média, para se sustentar.

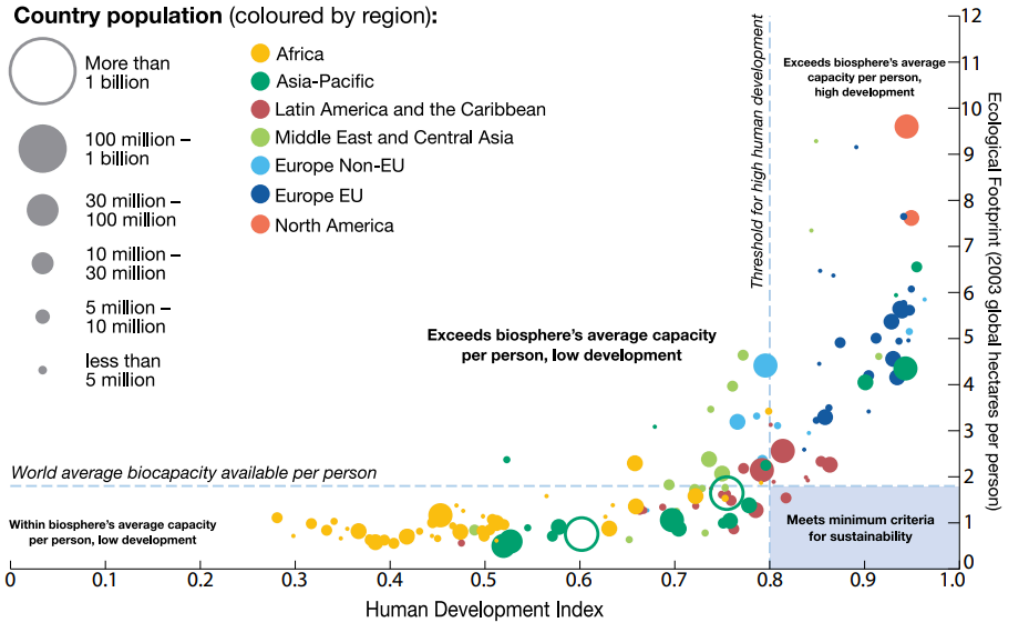
As relações entre IDH e Pegada ecológica

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e mede o nível de desenvolvimento de um país, considerando indicadores como saúde, educação e renda. O IDH é considerado alto quando igual ou superior a 0,8.

A Pegada Ecológica é uma das métricas para analisar o impacto das atividades humanas no aumento do aquecimento global. Quando a pegada ecológica é igual ou inferior a 1,8 hectares por pessoa, é considerada adequada.

Então, o critério mínimo de sustentabilidade é alcançado quando o IDH é considerado alto (>= 0,8) e a pegada ecológica é adequada (<= 1,8). A Figura 1, produzida pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF), destaca em azul a área de países que atendem ao critério mínimo de sustentabilidade. Em 2006, quando esses dados foram produzidos, havia apenas um país que atendia a esses critérios: Cuba. No entanto, considerando dados de 2025, nem mesmo Cuba estaria nesse enquadramento, dada a redução de seu IDH para menos de 0,8. A Figura 1 apresenta estes dados.

Figura 1 - Índice de desenvolvimento humano e pegada ecológica em 2003



Fonte: Ecological Footprint and Human Wellbeing WWF (2006)

PARA SABER MAIS, ACESSE:

WWF - Pegada Ecológica

Pegada Ecológica - Qual é a sua?

Fundamentos Científicos das Mudanças Climáticas

Para acessar o relatório completo da WWF, acesse: Ecological Footprint and human well-being

3. Saberes relacionados

A WWF disponibiliza diversos materiais educacionais para subsidiar as discussões científicas sobre questões socioambientais. No site da ONG é possível explorar diversos conteúdos, como a Pegada Ecológica.

Acesse o material e amplie as oportunidades de articulação com outros conhecimentos socioambientais: WWF - Pegada Ecológica

"Fundamentos científicos das mudanças climáticas" é um texto elaborado a partir da transcrição de uma palestra proferida pelo pesquisador brasileiro Carlos A. Nobre em Brasília (DF) em 11 de novembro de 2010, como parte da programação do Seminário Internacional Mudanças Climáticas, organizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas e Defesa do Meio Ambiente. O material pode auxiliar estudantes a aprofundar os conhecimentos sobre a interferência humana na elevação da temperatura da Terra e os desdobramentos em relação à economia e à saúde humana.

NOBRE, Carlos A. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas** / Carlos A. Nobre, Julia Reid, Ana Paula Soares Veiga. – São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012. 44 p. Disponível em: Link Inpe. Acesso em: 20 abril 2026.

O "Futuro que queremos" é uma cartilha ilustrada sobre Economia verde, desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza que foi elaborada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, que poderá auxiliar estudantes a compreender conceitos inter-relacionados à sustentabilidade.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **O Futuro que queremos**: Economia verde, desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza. Sem ano. 24p. Disponível em: Link Inpe. Acesso em: 20 abril 2026.

Equipes da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) elaboraram o manifesto "Tecnologias Digitais para o Meio Ambiente", um diagnóstico inicial sobre tecnologias digitais para a sustentabilidade do planeta, no qual compilaram iniciativas importantes de modelagem de sistemas ambientais integrados, que permitam coletar, organizar,

processar e compartilhar informações sobre os diferentes aspectos do planeta, com estratégias efetivas de governança de dados e integração de sistemas, bases de dados confiáveis e passíveis de verificação, combinação de dados atuais e históricos. No documento on-line, também apontaram propostas como a avaliação e a minimização do impacto ambiental das tecnologias digitais em seu processo de fabricação, utilização e descarte, levando em conta a poluição química e a eletromagnética, gasto de energia e aumento do aquecimento global.

Sociedade Brasileira de Computação - SBC. **Tecnologias Digitais para o Meio Ambiente**: Manifesto SBC. Coordenação de Marcelo Rita Pias e Raimundo José de Araújo Macêdo. Porto Alegre: SBC, Julho/2022. 18p. Disponível em: Link SOL SBC. Acesso em: 20 abril 2026.

CONHECIMENTOS E SABERES

Desdobramentos científico-tecnológicos e socioambientais

A área chamada Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) mostra que a tecnologia e a ciência estão sempre ligadas às pessoas e ao meio ambiente (LINSINGEN; BAZZO; PEREIRA, 2003).

Tecnologia não é neutra

A tecnologia carrega valores e ideias. Isso significa que ela pode ajudar ou atrapalhar o planeta, dependendo de como usamos.

Robótica Educacional

Na escola, a robótica educacional é uma forma divertida de aprender. Ela usa jogos e várias matérias juntas, como matemática, ciências e artes (BARBOSA E SILVA, 2012).

Com robôs, estudantes não só constroem máquinas, mas também pensam sobre:

- Consumo de recursos naturais
- Lixo eletrônico
- Soluções sustentáveis

Cidadania e meio ambiente
A robótica educacional ajuda estudantes a perceber que a tecnologia não é algo pronto e sem escolha. Ela pode ser usada para cuidar do planeta e da sociedade.

Essa ideia segue uma visão crítica: formar pessoas que sabem pensar, questionar e propor alternativas sustentáveis e responsáveis (FEENBERG, 2022).

4. Situações de aprendizagem

A Computação é uma ciência que estuda como organizar, descrever e analisar processos de diferentes contextos, além de se preocupar com equipamentos que possam executar essas ações (RIBEIRO, GUARDA, FRANÇA, 2025). Os algoritmos, que representam sequências de passos para a realização de uma tarefa, podem ser trabalhados no ambiente escolar de forma que integrem conceitos de outras áreas do conhecimento, como a Educação Ambiental, para refletir sobre os problemas socioambientais e buscar soluções sustentáveis.

Segundo Feenberg (2022), a tecnologia não deve ser entendida como neutra, mas como resultado de escolhas sociais e políticas. Nessa perspectiva, a robótica precisa ser analisada criticamente quanto aos seus impactos sociais e ambientais, contribuindo para práticas alinhadas à sustentabilidade. A partir dos estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a robótica pode ser compreendida como prática lúdica, dialógica e participativa, capaz de promover ações orientadas à sustentabilidade (BARBOSA E SILVA, 2012). Assim, analisar criticamente sua relação com a sustentabilidade é essencial para revelar riscos, contradições e desafios do seu uso.

Neste sentido, a Jornada da Pegada Ecológica da Rede Inclu-e articula práticas abertas de Computação e robótica para a construção crítica por estudantes, permeada pelos valores CTS, a fim de problematizar desdobramentos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, estabelecidos a partir da pegada ecológica.

Serão abordadas duas situações de aprendizagem nessa proposta:

- Computação Desplugada e Pegada Ecológica;
- Sinalizando a Pegada Ecológica.

4.1 Computação Desplugada e Pegada Ecológica

a) Contexto

A Computação Desplugada pode ser compreendida como uma abordagem pedagógica que envolve conceitos e problemas de Ciência da Computação, por meio de atividades intencionais, que estimulam a movimentação, a diversão, a interação e a criatividade sem o uso do computador (convencionalmente chamadas de desplugadas) (BRACKMANN, 2017). As pessoas estudantes podem ser incentivadas a confeccionar e utilizar cartas/cartões, tabuleiros, malhas quadriculadas para jogar com os colegas e tomar decisões com base em conceitos interdisciplinares, como a Educação Ambiental, integrados à Ciência da Computação (LARA *et* al., 2023).

A situação de aprendizagem proposta é um jogo que articula conceitos de Computação e questões socioambientais, chamado de "Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e", no qual cada jogador pode escolher seu personagem e tomar decisões de percurso com o objetivo de minimizar sua pegada ecológica.

b) Pergunta

Ao longo do percurso, os jogadores podem passar por 5 casas com objetos dispostos no tabuleiro e cartões relacionados. Em cada cartão serão acionados conhecimentos e saberes sobre hábitos de consumo, descarte de resíduos, soluções sociotécnicas, obsolescência programada, desequilíbrio dos ecossistemas, mudanças climáticas e gases de efeito estufa e desdobramentos socioculturais do consumo.

Perguntas que podem ajudar na reflexão:

Casa 2: Smartphone

Será que os smartphones foram desenvolvidos para serem trocados com frequência? Por qual motivo?

Como são as propagandas de smartphones? (seria importante pesquisar algumas opções disponíveis no mercado)

Por que um Iphone® tem um custo tão elevado em comparação aos seus concorrentes?

🔗 PARA SABER MAIS, ACESSE:

Vídeo preparado pelo divulgador científico, Dr. Átila Iamarino, sobre como funciona a obsolescência programada. Disponível em: Obsolescência Programada

Casa 5 - *Data Centers*

O que são *data centers*? Onde estão localizados no mundo?

Qual é a vantagem do armazenamento no ambiente marinho?

Qual é a relação entre fazendas de data centers (grandes servidores que aumentam a capacidade de armazenamento de dados) e as IAs?

Como as pesquisas que realizamos utilizando a IA podem afetar os ecossistemas e até mesmo causar a extinção de espécies?

Casa 8 - Tênis

Por que as caminhadas podem ser uma alternativa sustentável para reduzir a pegada ecológica?

Quais são as possíveis conexões entre o uso do carro e as mudanças climáticas?

Casa 11 - Geladeira

O que é o selo Procel?

O que significa eficiência energética?

Como o selo Procel pode ser um aliado na análise de consumo?

Trocar seus equipamentos eletrônicos por alternativas mais modernas é sempre uma opção sustentável para reduzir a pegada ecológica?

Podemos considerar que todas as pessoas possuem acesso à troca de geladeiras, mesmo no caso desta campanha?

Casa 13 - Globo terrestre

Como podemos perceber as desigualdades sociais?

Será que as pessoas conseguem visualizar as diferenças que existem na sociedade quanto ao acesso aos bens de consumo, aos direitos constitucionais de cidadania e às condições de vida?

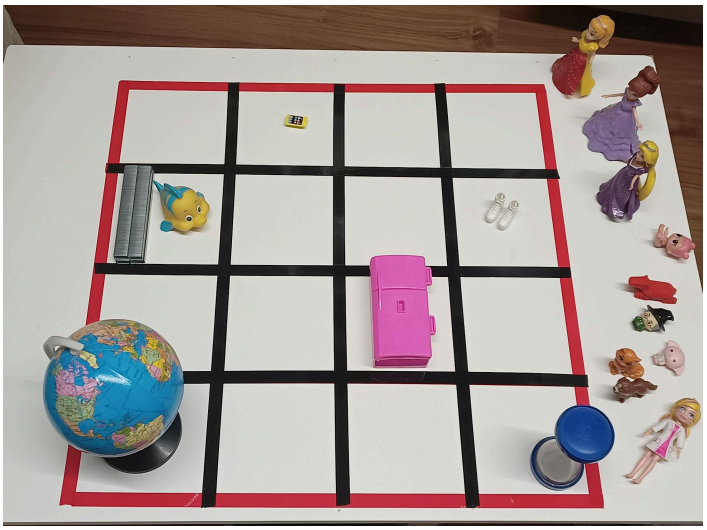
O que significa ser mais solidário?

Como a solidariedade pode ser relacionada à pegada ecológica?

c) Caminho

A "Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e" é uma proposta que relaciona as discussões sobre a Pegada Ecológica a uma prática de Computação Desplugada. Pode ser desenvolvida utilizando um tabuleiro de malha quadriculada conforme apresentado na Figura 2 ou até mesmo ser desenhada com giz no pátio externo da escola, utilizando estudantes como os próprios jogadores.

Figura 2 - Tabuleiro - malha quadriculada para a atividade de Computação Desplugada - Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e.



Fonte: Pessoas autoras (2025)

Cartões Computação Desplugada

Cartas Programação Desplugada

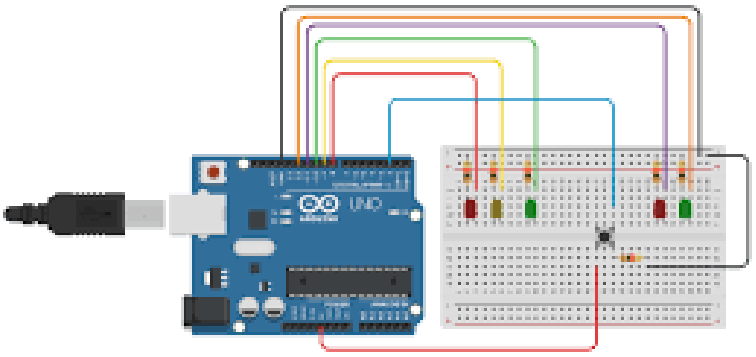
O Tinkercad é um simulador virtual que possibilita fazer construções e demonstrações de projetos, como circuitos elétricos e programação. Não necessita de componentes físicos, o que reduz as barreiras para aprender programação. Além de gratuito, pode ser facilmente utilizado por iniciantes (OLIVEIRA, *et.* al. 2022).

Na "Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e" também pode ser desenvolvido um projeto no Simulador Tinkercad a partir da atividade desenvolvida na Computação Desplugada. O Projeto "Semáforo da Pegada Ecológica" relaciona as cores com os elementos de discussão sobre sustentabilidade nas casas do tabuleiro.

Cartões do Semáforo da Pegada Ecológica

Criação do "semáforo da pegada ecológica" (Figura 3) para compreender conceitos iniciais de componentes e lógica de programação de semáforo, disponível em: Projeto Tinkercad.

Figura 3 - Projeto no simulador Tinkercad do semáforo da pegada ecológica a ser desenvolvido entre as pessoas participantes.



Fonte: Pessoas autoras (2025)

🔗 ACESSE:

Detalhes dos primeiros passos no Tinkercad:
Paraná. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte do Paraná (SEED). Coordenação de Tecnologias Educacionais (CTE). Diretoria de Tecnologia e Inovação (DTI). **Robótica: Primeiros Passos.** Módulo 1. Robótica com Tinkercad (Aula 17). Equipe Robótica Paraná. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte do Paraná (SEED). 2022. Disponível em: Link Gov PR. Acesso em: 20 abril 2026.

4.2 Sinalizando a Pegada Ecológica

a) Contexto

Conforme apresentado no cenário educativo, IDH e Pegada Ecológica são conceitos que podem ser explorados em uma vertente CTS. A proposta, nessa prática, pode ampliar o debate que envolve o determinismo tecnológico em relação ao bem-estar da sociedade. Muitos argumentos econômicos versam sobre a necessidade de "utilizar" as tecnologias para garantir qualidade de vida e progresso às pessoas, sem considerar as questões de justiça socioambiental. Um país que não assegura a conservação da sua biodiversidade está fadado à dependência dos recursos naturais de outros países. Por exemplo, manter uma floresta em pé é tão importante para a manutenção da qualidade da água quanto promover ações de saneamento básico. Portanto, o desenvolvimento humano está correlacionado à manutenção da dinâmica dos ecossistemas.

💡 FICA A DICA!

Os estudos podem ser aprofundados nos anos finais do Ensino Fundamental com a pesquisa atualizada sobre a correlação entre o IDH e a Pegada

Ecológica no Brasil e no mundo. Assim, estudantes podem investigar os dados em suas cidades e estados e verificar a biocapacidade.

Um exemplo pode ser encontrado no seguinte artigo:

GONZALEZ, Marcos Henrique Godoi; ANDRADE, Daniel Caixeta. A sustentabilidade ecológica do consumo em Minas Gerais: uma aplicação do método da pegada ecológica. Nova economia, v. 25, p. 421-446, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/neco/a/HMqCBG47FLq6qDNmkBBvk7n/?format=pdf&lang=pt. Acesso: 6 jun. 2026.

Para as turmas de 5º e 6º anos, o docente pode propor pesquisas sobre alguns dos países que apresentam/atendem aos critérios mínimos de sustentabilidade, refletindo sobre os impactos ambientais que afetam nosso país - direta ou indiretamente.

b) Pergunta

Qual é a relação entre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e a Pegada Ecológica?

Qual o significado de justiça socioambiental?

É possível pensarmos no desenvolvimento da sociedade, com a garantia de direitos e a conservação da biodiversidade?

Como as tecnologias, nesse caso, a robótica, podem ser analisadas considerando a sustentabilidade?

c) Caminho

Esta prática apresenta um projeto no Tinkercad que, a partir da informação do IDH e da Pegada Ecológica (conforme apresentado na Figura 1), define um nível de atendimento aos critérios mínimos de sustentabilidade.

Os LEDs são acesos conforme o seguinte critério:

IDH >= 0,8 e Pegada Ecológica <= 1,8: acender **LED Verde**

São países com alto IDH e baixa Pegada Ecológica, atendendo aos critérios mínimos de sustentabilidade. Atualmente, não temos esses bons exemplos.

IDH >= 0,8 e Pegada Ecológica > 1,8: acender **LED Vermelho**

São países com alto IDH e alta Pegada Ecológica, destacando um elevado consumo de recursos do planeta para manter o bem-estar social. Em geral, países da América do Norte, da Europa e alguns países da Ásia.

IDH < 0,8 e Pegada Ecológica > 1,8: acender **LED Laranja**

São países com baixo IDH e Pegada Ecológica acima do adequado, revelando um custo ambiental elevado e baixos indicadores de qualidade de vida da população. Alguns países da Europa, da América Latina e do Oriente Médio.

IDH < 0,8 e Pegada Ecológica <= 1,8: acender **LED Amarelo**

São países com baixo IDH e baixa Pegada Ecológica, indicando maior fragilidade nos indicadores sociais, porém menor pressão sobre os recursos ambientais. Em geral, são países da África e da Ásia.

FICA A DICA!

Para as turmas de 5.º ano, o docente pode criar fichas/cartões para aprimorar a visualização dos comandos a serem executados na programação por estudantes, com a referência das cores.

Além de acender os LEDs, o projeto também traz mensagens textuais no console. Outros projetos alternativos poderiam ser propostos a partir desses dados, entre eles, dado o nome de um país, acenda um led correspondente ao nível de atendimento aos critérios mínimos de sustentabilidade.

MAIS DETALHES

Para encontrar mais detalhes técnicos do projeto, acesse os seguintes materiais:

Detalhes Técnicos do Projeto - Sinalizando a Pegada Ecológica

Projeto no Tinkercad

Código-fonte do projeto no GitHub

5. Investigando a Aprendizagem

Na etapa de verificação da aprendizagem de estudantes, é importante:

- reorganizar a sala de aula ou utilizar outro espaço mais adequado ao desenvolvimento da atividade – como um espaço maker, um laboratório de informática ou uma área externa.
- verificar o acesso à internet.
- disponibilizar celulares, computadores ou tablets para que cada estudante possa calcular a sua própria Pegada Ecológica na Calculadora de Pegada Ecológica.
- solicitar que estudantes respondam individualmente. É possível adaptar a calculadora para o modo off-line (impresso), caso o acesso on-line não seja possível.
- promover, posteriormente, um debate, dividindo a turma: um grupo defenderá os argumentos socioambientais e outro grupo defenderá somente os argumentos da robotização.
- realizar, ao final, uma roda de conversa para retomar a importância da Computação para as decisões humanas.
- contextualizar com novos exemplos é fundamental para que possam aprofundar as reflexões (por exemplo, os desdobramentos sociais, caso a robotização seja uma realidade na China).

Como sugestão de avaliação mediadora (HOFFMANN, 2019), pode-se indicar às pessoas estudantes a investigação e o desenvolvimento de propostas de soluções para

minimizar a pegada ecológica, com base nos resultados obtidos com a calculadora, comparando os resultados levantados.

6. Novas Situações de Aprendizagem

Novas possibilidades de pesquisa e roteiros de práticas podem ser construídos com estudantes explorando diferentes materiais. É possível articular os conhecimentos e os saberes disponíveis nos Dicionários de Robótica Educacional e de Programação em blocos.

EVENTOS RELACIONADOS

Dicionário de Elementos de um Evento - Robótica Educacional

Dicionário de Elementos de um Evento - Programação em blocos

Santos e Mortimer (2002) defendem que o enfoque CTS na educação deve favorecer a formação de cidadãos capazes de participar de decisões relacionadas à ciência e à tecnologia, analisando criticamente as informações disponíveis nos meios de comunicação e suas consequências para a sociedade e o meio ambiente. Nesse sentido, o uso de vídeos, reportagens, propagandas e outros materiais midiáticos constitui uma estratégia pedagógica relevante para estimular a reflexão e o debate sobre as implicações da tecnologia na sociedade. Para aprofundar as discussões, podem ser acionados outros vídeos, propagandas, reportagens e materiais que possibilitem a análise crítica da tecnologia, sob a perspectiva CTS.

- Paraná é palco da telecirurgia de maior distância do mundo
- Robótica na agricultura
- A inteligência vai roubar o seu emprego?
- Vídeo: Entenda como funciona o delivery de comida por drones na China
- A gigante Meituan que chega para disputar espaço no mercado de apps de delivery no Brasil usa robôs para entregas nas operações da China.

- Video: Robôs humanoides são vendidos em lojas na China | Jornal da Band
- Lixo, o luxo da sociedade: resíduos sólidos eletroeletrônicos, obsolescência programada e pós-consumo

CONEXÕES COM A BNCC

Sugestões de possíveis conexões com a BNCC Geral (BRASIL, 2017) e a BNCC-Computação (BRASIL, 2022) podem ser acessadas clicando aqui.

Referências

BARBOSA E SILVA, Rodrigo. **Abordagem crítica de robótica educacional:** Álvaro Vieira Pinto e Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade. 2012. 145 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional Através de Atividades Desplugadas na Educação Básica**. Tese (Doutorado em Informática na Educação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação **Básica. Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, CONSED, UNDIME, 2017. 600p. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular - Computação**. Anexo ao Parecer CNE/CEB nº 2/2022, aprovado em 17 de fevereiro de 2022. Brasília. DF. 2022. 71p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192.

FEENBERG, Andrew. **Construtivismo crítico:** uma filosofia da tecnologia. São Paulo: Scientia Studia, 2022.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação mediadora: uma prática em construção da pré-escola à universidade**. 35ª edição. Porto Alegre: Educação & Realidade, 2019.

LARA, Daiany Francisca; GARCIA, Léo Manoel Lopes da Silva; LIMA, José Valdeni de; GOMES, Raquel Salcedo. Uma proposta desplugada para o desenvolvimento do pensamento computacional na educação ambiental. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE)**, 34., 2023, Passo Fundo. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 1772-1778. DOI: https://doi.org/10.5753/sbie.2023.235022.

LINSINGEN, Irlan von; BAZZO, Walter A.; PEREIRA, Luiz TV. **O que é ciência, tecnologia e sociedade**. BAZZO, Walter A., PALACIOS, Eduardo Marino García; GALBARTE, Juan Carlos González, p. 119-156, 2003.

LOUSADA, Ricardo. O que é Robótica: Conceito, História e evolução. **Eletrogate**. 24 de julho de 2020. Atualizado em: 01 set. 2022. Disponível em: https://blog.eletrogate.com/o-que-e-robotica-conceito-historia-e-evolucao/ Acesso em: 25 set. 2025.

OLIVEIRA, Kenia L. R. de; SILVA, Maria A. de F. da; OLIVEIRA, Márcia G. de; SCARPATI, Rayane; BATTESTIN, Vanessa. Formação Online de Professores em Robótica Educacional com Práticas no Simulador Tinkercad. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, *[S. l.]*, v. 5, n. especial, 2022. DOI: 10.5335/rbecm.v5iespecial.12850. Disponível em: https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12850. Acesso em: 5 set. 2025.

RIBEIRO, Leila; GUARDA, Graziela; FRANÇA, Rozelma. **O que é computação? Um guia prático para gestores e docentes da educação básica**. Sociedade Brasileira de Computação. Livretos SBC. 2025. Disponível em: https://books-sol.sbc.org.br/index.php/sbc/catalog/book/171. Acesso em: 24 set. 2025.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio: **Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133–162, 2002.

Ficha Técnica

CC BY-SA 4.0: O trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional. (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.pt-br)

Produção

Ana Júlia Perez Machado

Bruna Medeiros Teixeira

Caio Gomes de Oliveira Barbosa

Gabriel Dutra Amaral

Kailaine Cristina da Silva Miguel

Kelly Dayane Aguiar

Larissa Paschoalin

Leonelo Dell Anhol Almeida

Marília Abrahão Amaral

Mayla Eloize de Farias Monclaro

William Coelho De Araujo Fagundes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade - PPGTE
Departamento Acadêmico de Informática - DAINF

Grupo de Pesquisa Xuê: Participação, Interação e Computação

Líderes: Marília Abrahão Amaral / Luiz Ernesto Merkle

Programa de Educação Tutorial Computando Culturas em Equidade

Tutora: Marília Abrahão Amaral

Projeto Inclu-e - CAAE: 74791623.1.0000.5547 - 12.set.2024

Coordenação: Leonelo Dell Anhol Almeida / Marília Abrahão Amaral

Cartões Computação Desplugada (fichas de orientação)

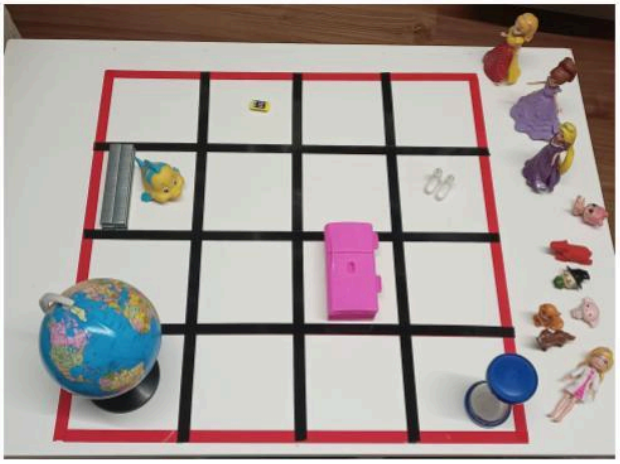
Na Jornada da Pegada Ecológica, os objetos deverão ser dispostos pela pessoa docente em “casas” específicas do tabuleiro, e serão utilizados para análise.

Estudantes deverão ser organizados em grupos de jogadores, selecionando o personagem (ou pino) representante e deverão analisar o tabuleiro, planejar os movimentos e, se necessário, reorganizar as estratégias em função das decisões dos demais grupos e então executar o plano.

Os cartões auxiliarão as pessoas jogadoras quanto aos hábitos de consumo. Sempre que as pessoas tomarem a decisão de parar em uma das casas marcadas, deverão ler o Cartão de Computação Desplugada (ficha de orientação) para as demais jogadoras e seguir as orientações.

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Tabuleiro - malha quadriculada para análise - não imprimir



projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Casa 2 - Smartphone

Você fez várias trocas de smartphone ao longo dos anos por modelos mais modernos.

Sua pegada ecológica está elevada!

Repense suas escolhas de consumo.

Fique uma rodada sem jogar.

projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Casa 5 - *Data centers* e peixe

As pesquisas utilizando os mecanismos de IA aumentaram substancialmente ao longo dos anos.

Para atender a demanda, foram construídas fazendas submarinas de "*data centers*" para ampliar o armazenamento de dados, afetando o ecossistema marinho. Uma espécie de peixe foi ameaçada de extinção.

Fique duas rodadas sem jogar.

projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Casa 8 - Tênis

Você escolheu fazer mais caminhadas e diminuiu o uso do carro.

Sua pegada ecológica diminuiu! Parabéns!!

Ganhe uma rodada quando precisar.

Pegue seu cartão verde.

projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Casa 11 - Geladeira

Você participou do programa "Trocou, Economizou", um incentivo da Companhia de energia de sua cidade para a troca da geladeira usada por uma nova com selo Procel A+++ de eficiência energética.

Sua estratégia foi ótima para diminuir a pegada ecológica!

Ganhe uma jogada.

projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Casa 13 - Globo terrestre

Você fez um mochilão pelo mundo e percebeu as desigualdades.

Você está evitando o consumo desnecessário e tornou-se mais solidário. Parabéns!

Jogue mais uma rodada.

projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Casa 16 - Tempo (finalização)

Suas escolhas de consumo ao longo do tempo foram programadas e você refletiu sobre sua pegada ecológica.

Você concluiu a sua jornada.

Parabéns!

projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Cartas Programação Desplugada

As cartas devem ser impressas e podem ser plastificadas para maior durabilidade. Elas serão utilizadas pelos jogadores para organizar a sequência de passos (algoritmos) como estratégia para cumprir as metas e alcançar o final do jogo. Cada jogador deverá jogar uma vez a cada rodada e escolher uma carta com as setas e outra carta com a quantidade de passos (algoritmos) a serem executados para trilhar o seu caminho/percurso no tabuleiro, conforme as seguintes regras:

A carta com o símbolo de uma seta indica caminhar no tabuleiro uma casa para frente.



A carta com o símbolo de uma seta para a direita indica virar no tabuleiro uma casa para a direita.



A carta com o símbolo de uma seta para a esquerda indica virar no tabuleiro uma casa para a esquerda.



A carta com o símbolo de uma mola indica pular uma casa para a frente.



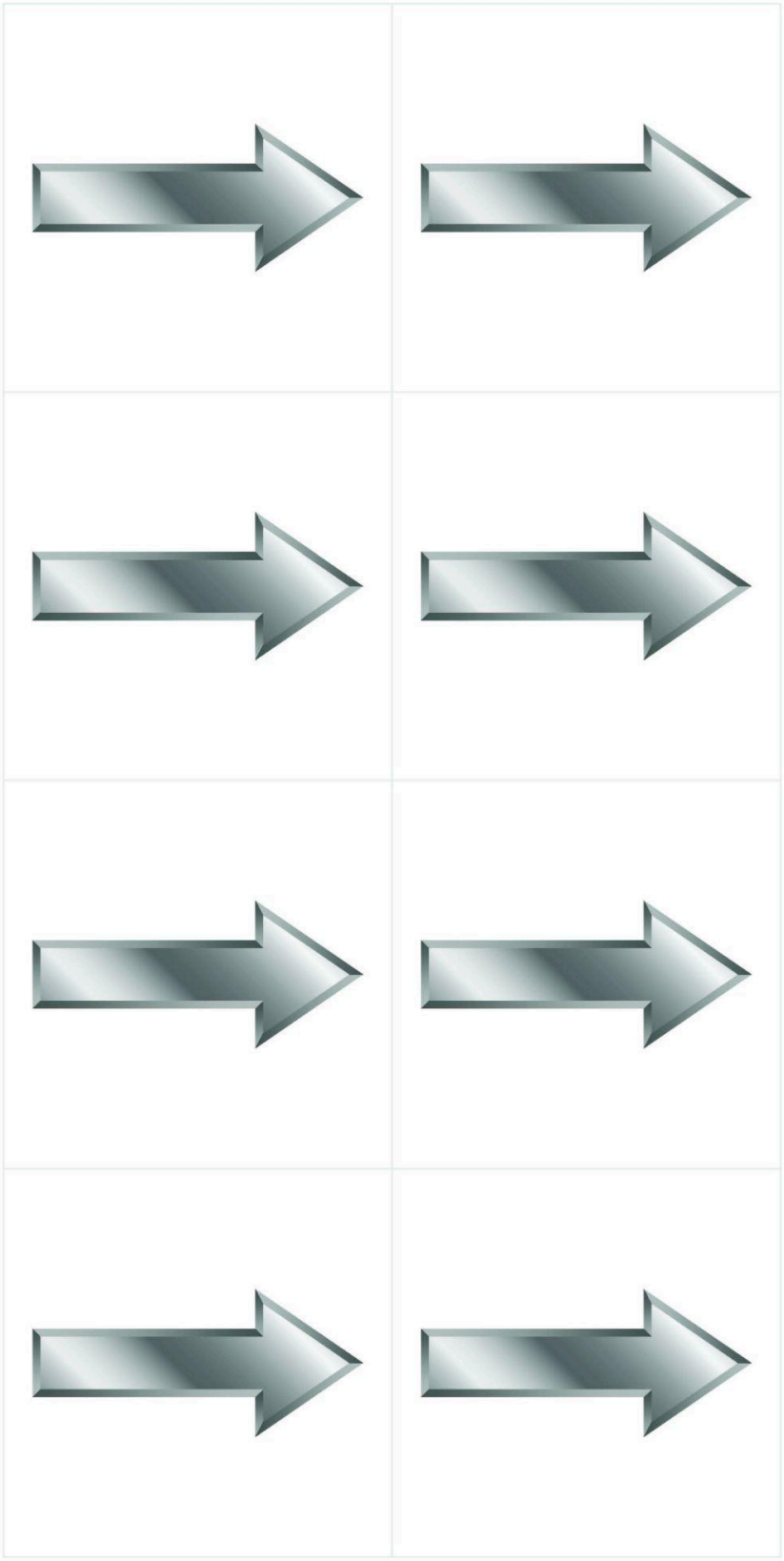
Para as turmas de 5º ano, a pessoa docente poderá confeccionar setas com referência de cores e/ou escrita em letra bastão (caixa alta) para que todas as pessoas estudantes executem as tarefas propostas com maior autonomia.

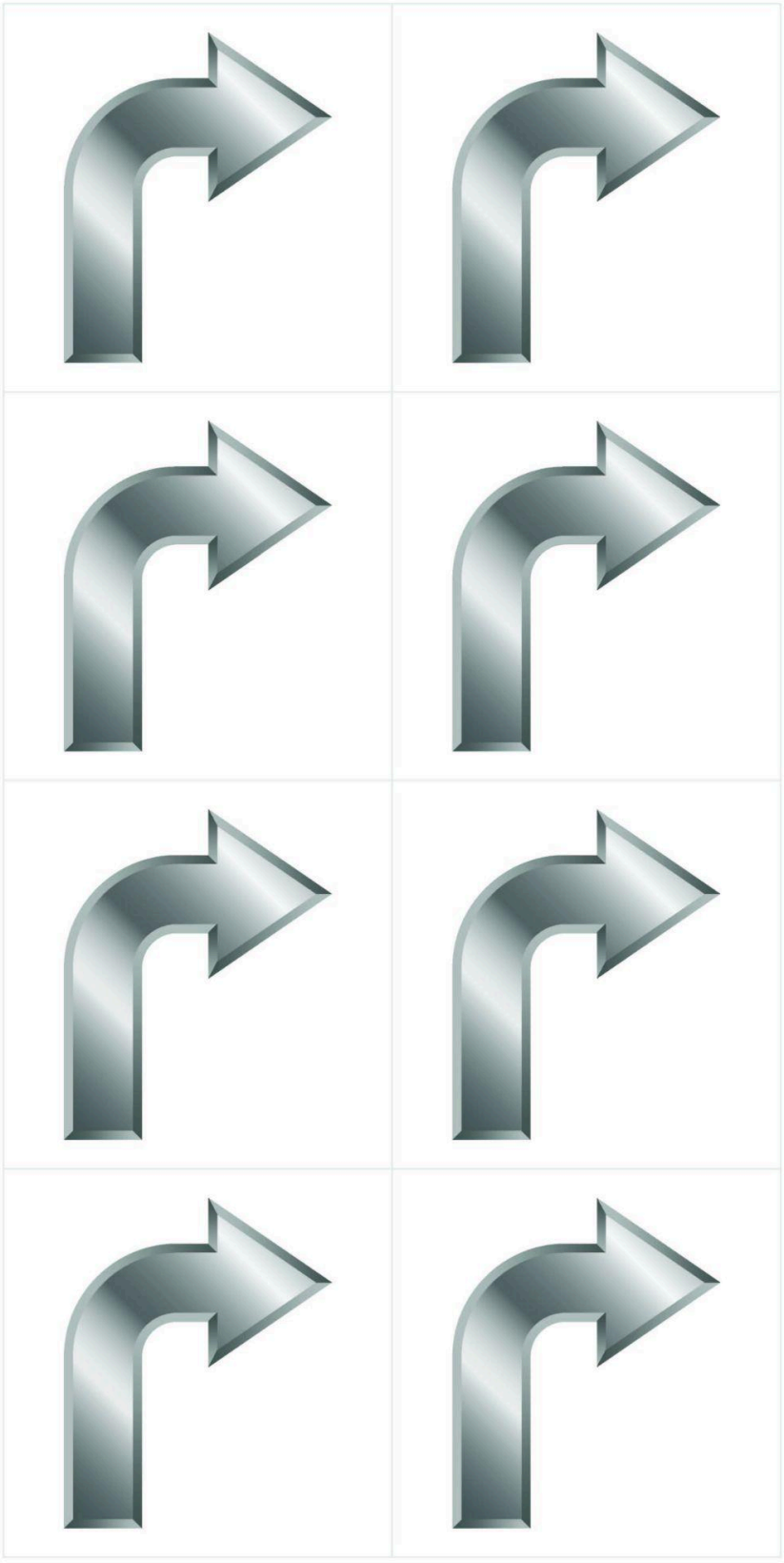
As cartas com o símbolo de bandeira vermelha indicam o começo (casa 1) e o fim da jornada (casa 16)

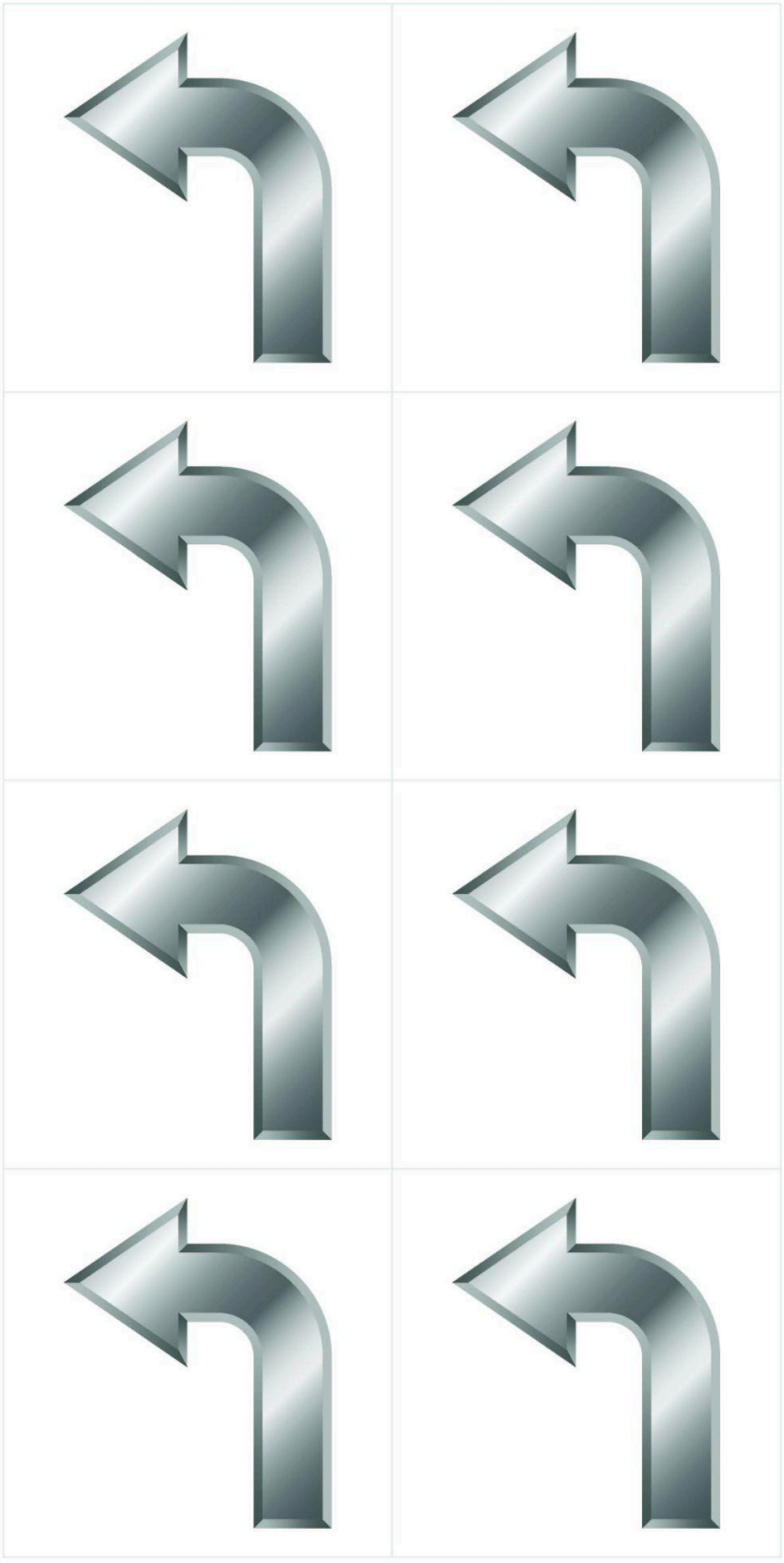


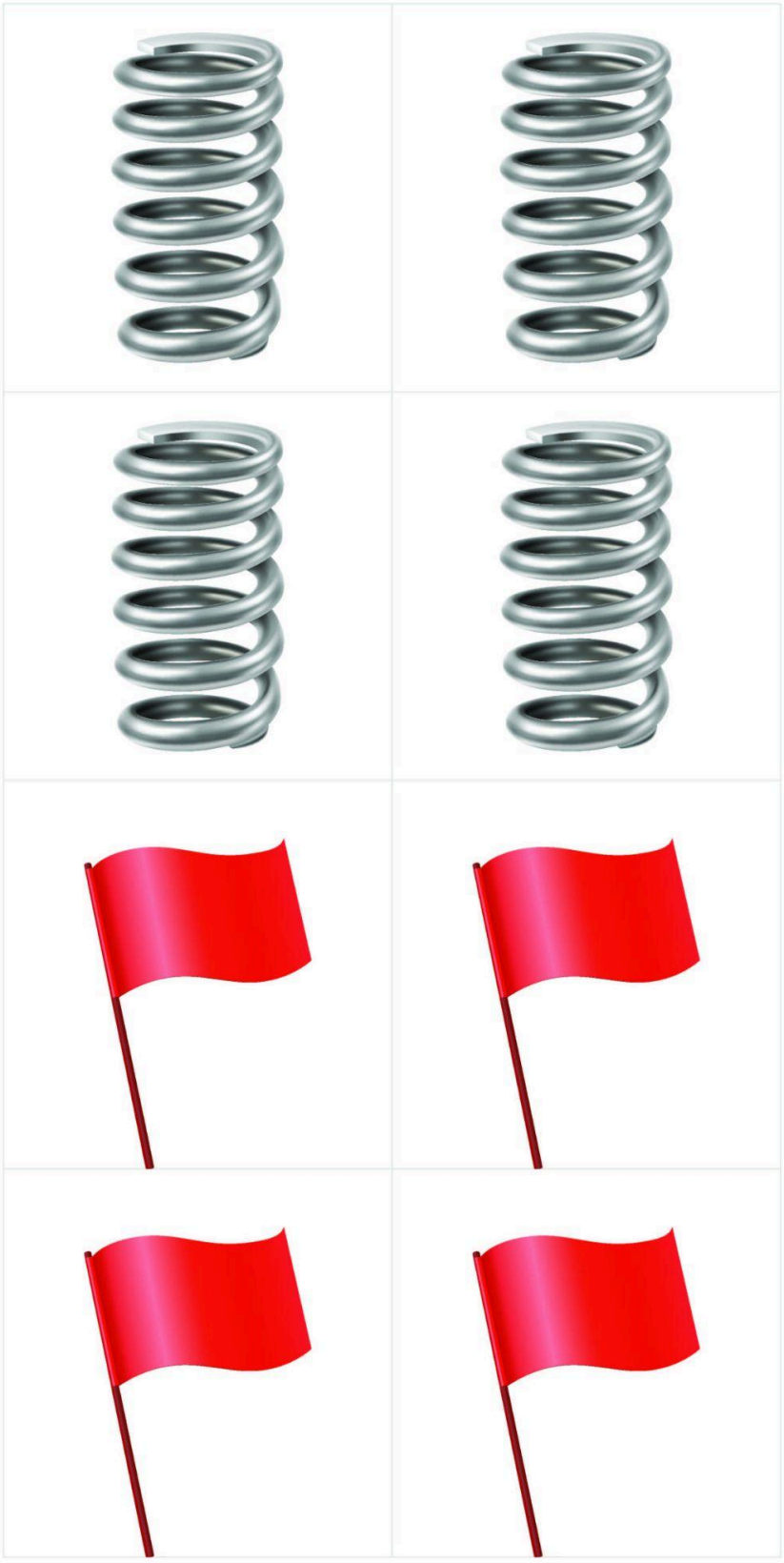
As cartas com números indicam a quantidade de passos que podem ser escolhidos a cada rodada.

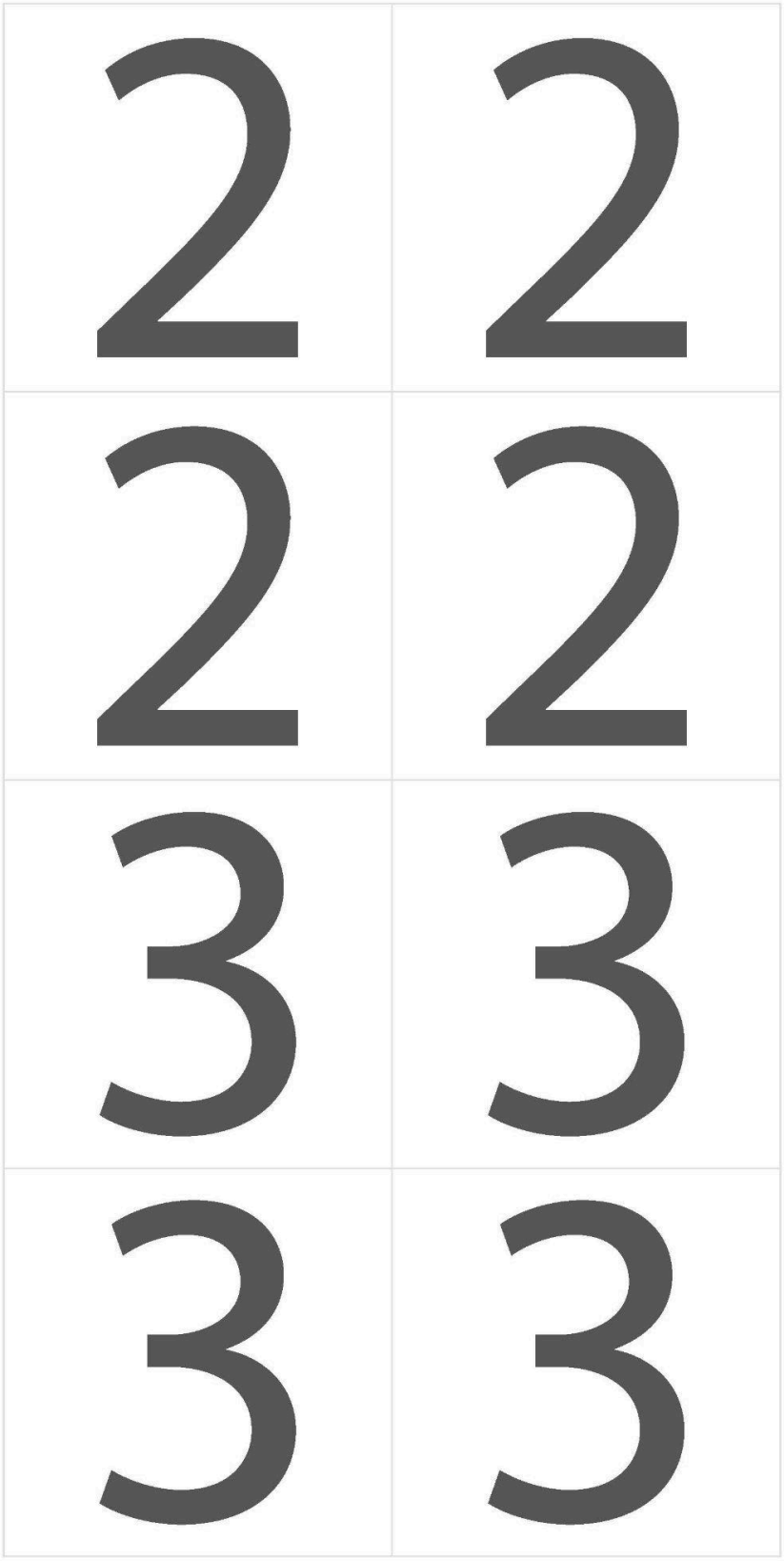
2	2
3	3









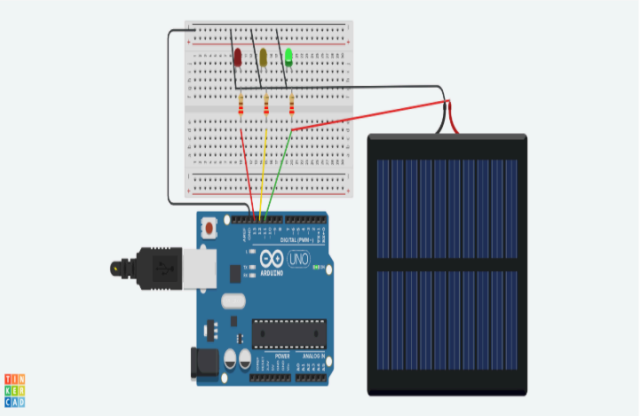

2
2
2
2
3
3
3
3

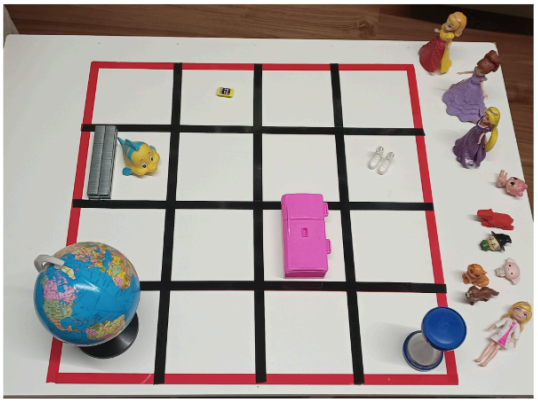
Cartões do Semáforo da Pegada Ecológica

Na jornada da Pegada Ecológica, ao parar em uma casa marcada, o grupo deve analisar o hábito de consumo descrito. Em vez de ler uma ficha, os alunos usarão o Simulador de Circuitos Tinkercad para representar as decisões de consumo, ou seja, deverão simular no Tinkercad o sinal correspondente (verde, amarelo ou vermelho). O grupo poderá somente seguir as orientações de movimentação correta do circuito e do código no simulador.

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Tabuleiro - malha quadriculada para análise - não imprimir





projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Início

1. Escolha seu personagem. Você pode jogar sozinho ou em grupo.
2. Observe o semáforo e suas cores, inicie o jogo no tabuleiro e reflita sobre o seu trajeto.
3. Para programar a sua rota, você deve selecionar uma ou mais cartas para identificar os movimentos necessários.
4. Ao chegar nas casas com itens específicos, leia os cartões de computação (fichas de orientação).

projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Led Vermelho - *Data centers* e peixe (Casa 2)

Você parou em outra casa onde o semáforo da Pegada Ecológica está na cor vermelha para você.
As pesquisas utilizando os mecanismos de IA aumentaram substancialmente ao longo dos anos. Para atender a demanda, foram construídas fazendas submarinas de "*data centers*" para ampliar o armazenamento de dados, afetando o ecossistema marinho. Uma espécie de peixe foi ameaçada de extinção.
Fique duas rodadas sem jogar.

projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Jornada Pegada Ecológica da Robótica Educacional na Rede Inclu-e

Led Verde- Tênis (Casa 8)

O semáforo da Pegada ecológica ficou verde para você!

Você escolheu fazer mais caminhadas e diminuiu o uso do carro.

Sua pegada ecológica diminuiu! Parabéns!!

Ganhe uma rodada quando precisar.

Pegue seu cartão verde.

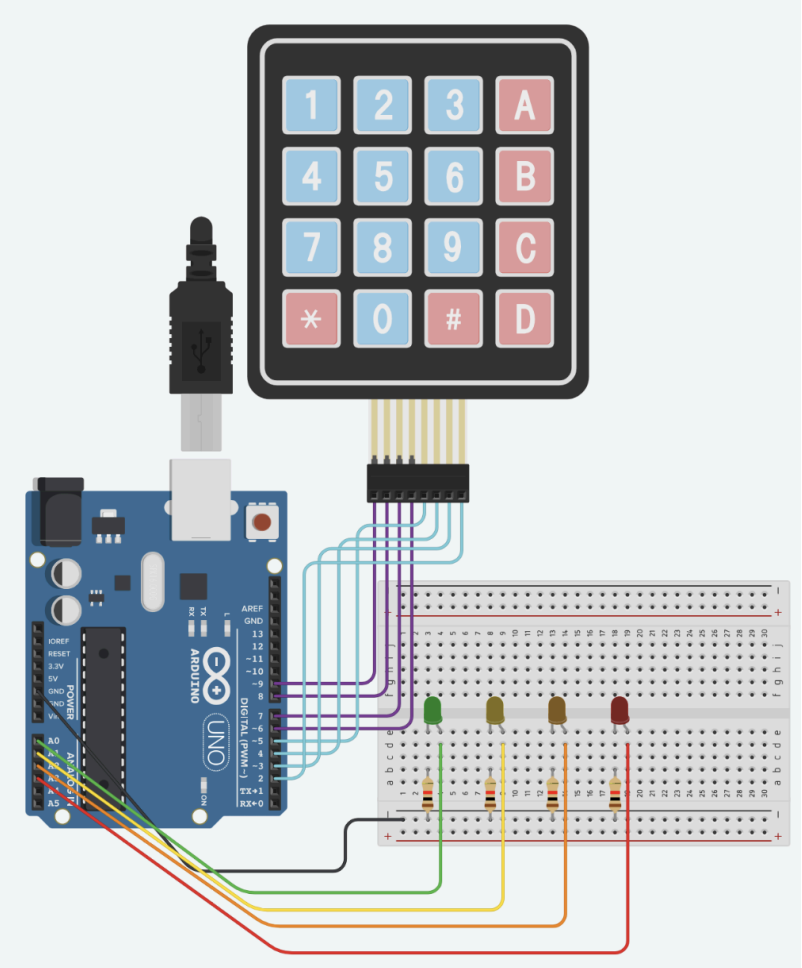
projeto de pesquisa CAAE: 74791623.1.0000.5547

Sinalizando a Pegada Ecológica

Projeto Lógico e Físico

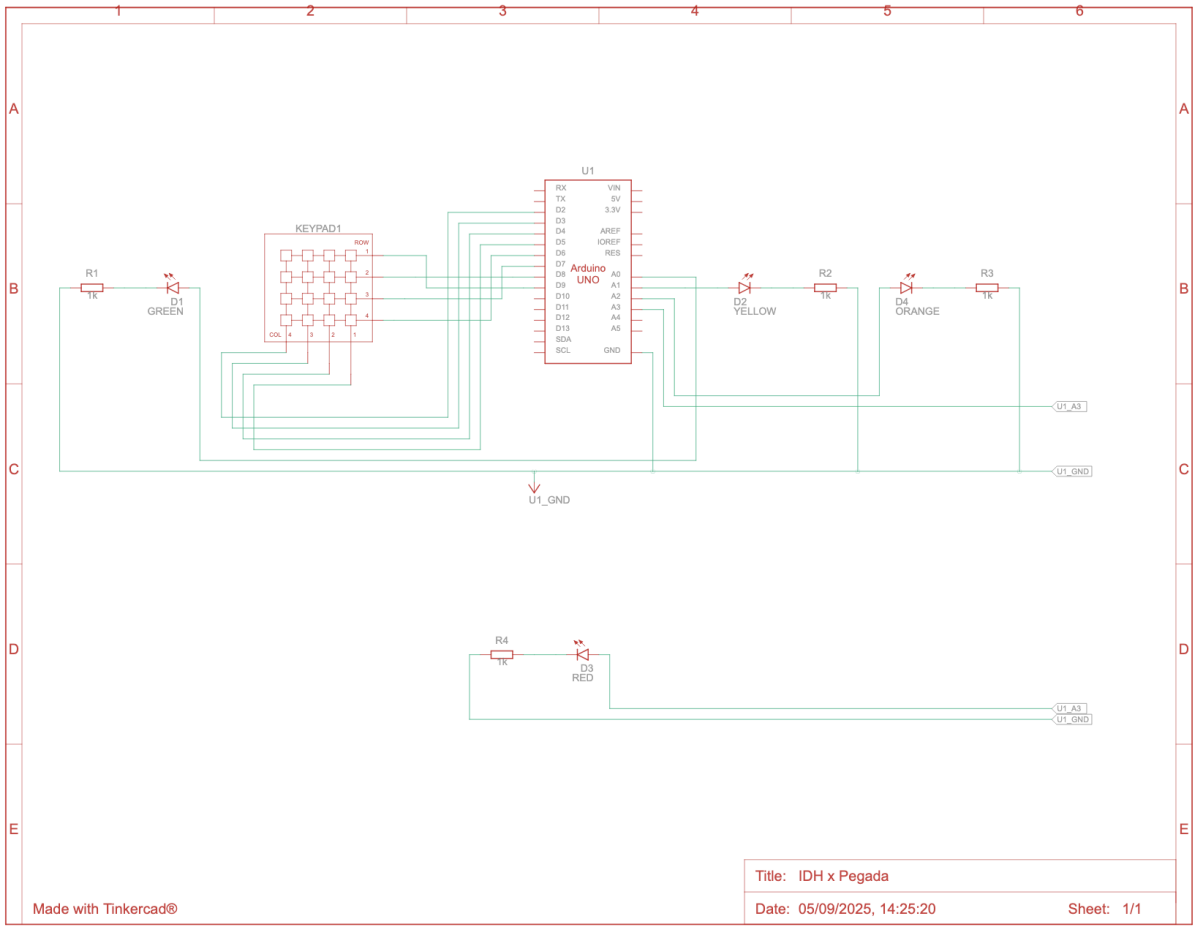
Visualização dos componentes

Este projeto utilizou o Tinkercad como simulador virtual para a construção e demonstração de circuitos elétricos e de programação. A visualização a seguir pode ser acessada em: Projeto Tinkercad.



Visão esquemática

O Tinkercad possui uma ferramenta automática que converte a montagem da sua protoboard em um diagrama esquemático (representação técnica do circuito), organizando os componentes de forma padronizada. Segue um exemplo de visualização do projeto de hardware gerado no Tinkercad.



Lista de componentes

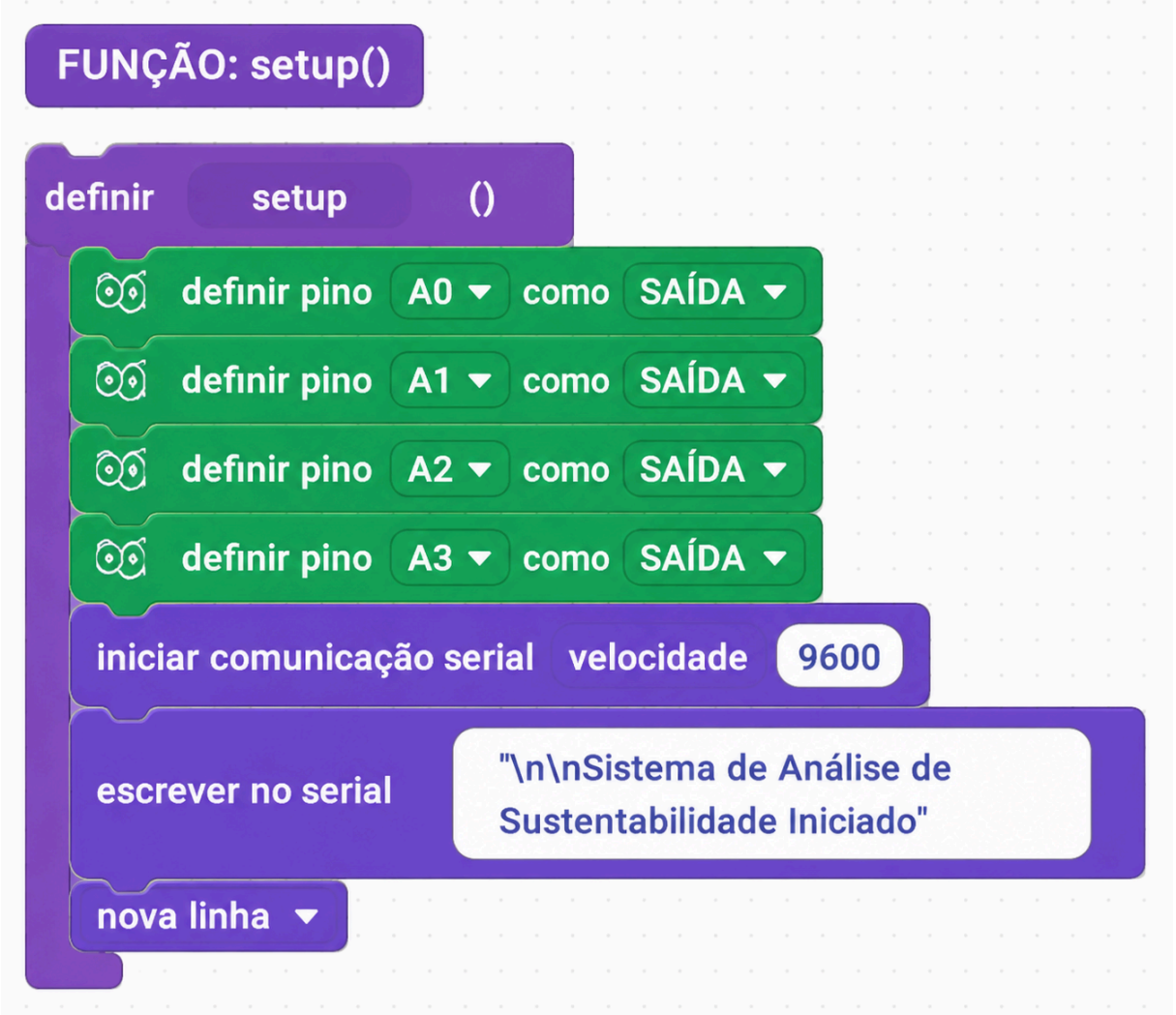
O simulador do Tinkercad organiza os componentes em listas detalhadas e em painéis interativos. A seguir encontra-se a lista de componentes disponíveis para a criação deste projeto.

Nome	Quantidade	Componente
KEYPAD1	1	Teclado 4x4
U1	1	Arduino Uno R3
D1	1	LED Verde
D2	1	LED Amarelo
D3	1	LED Vermelho
D4	1	LED Laranja
R1	4	1 kΩ Resistor
R2		
R3		
R4		

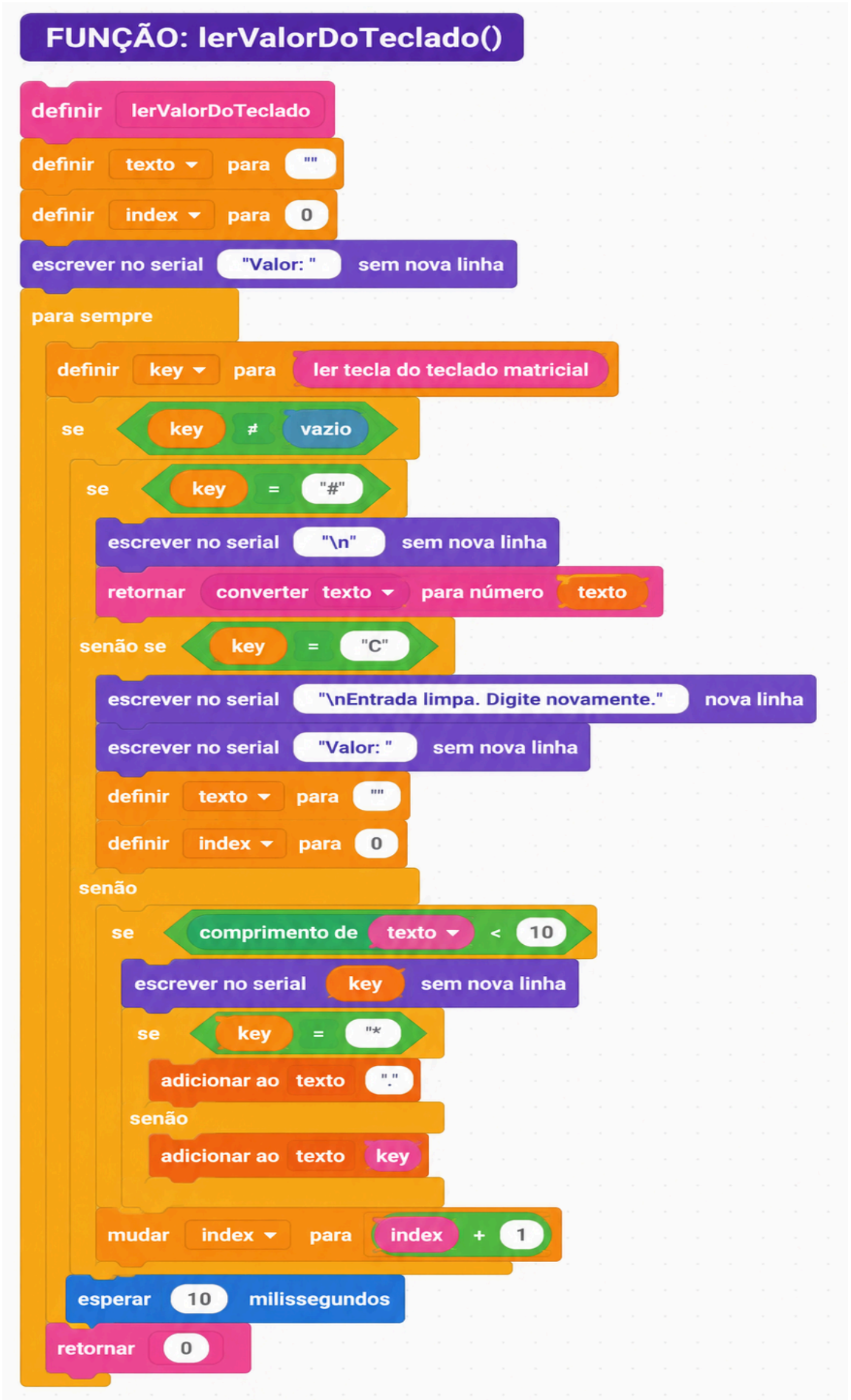
Código em blocos

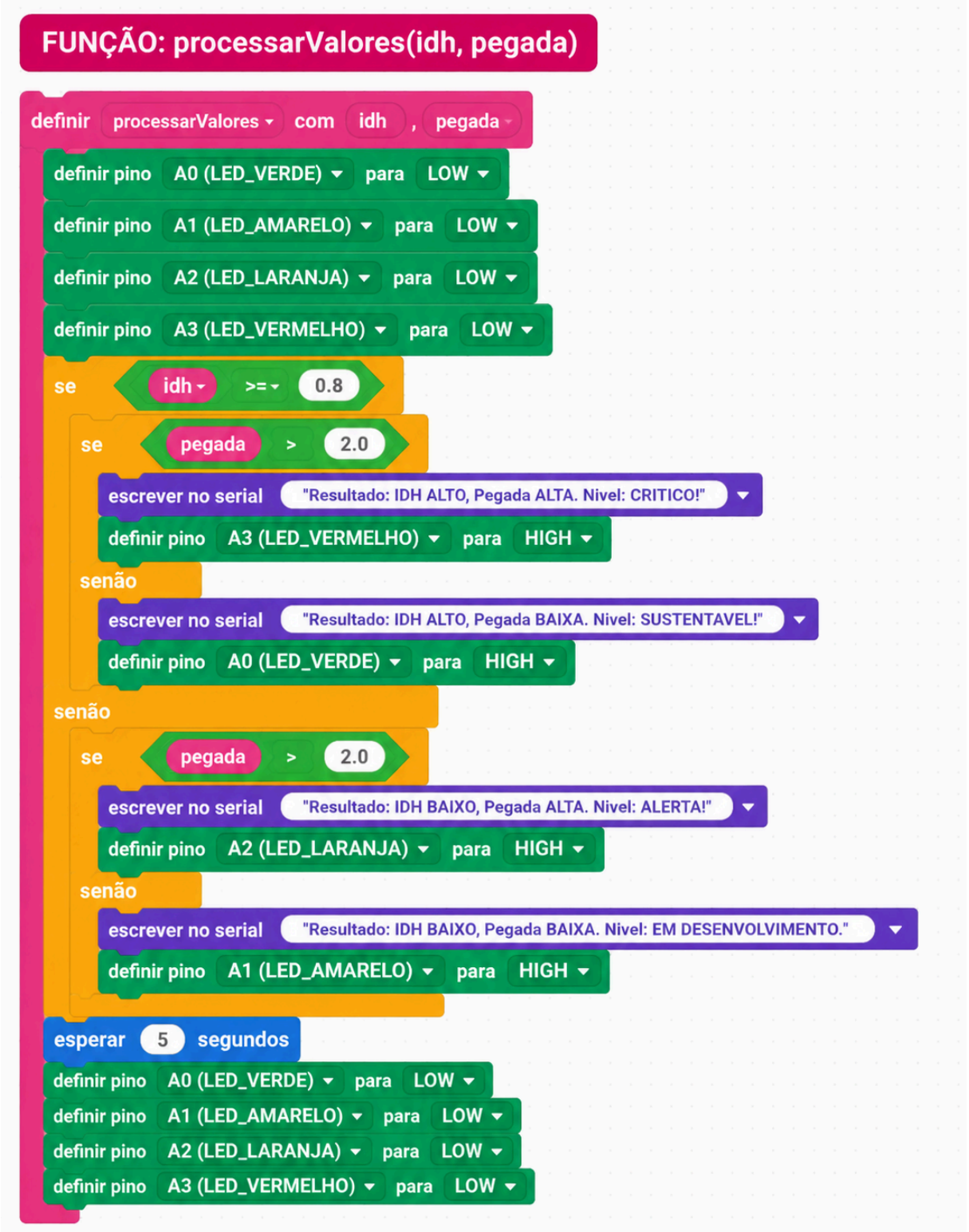
A programação em blocos é uma metodologia visual, na qual o software é construído arrastando e conectando peças gráficas — blocos gráficos que substituem textos — que representam comandos; ou seja, a pessoa utiliza blocos coloridos que se encaixam como peças de um quebra-cabeça para montar e simular o código. Cada cor e cada formato representam um tipo de ação.

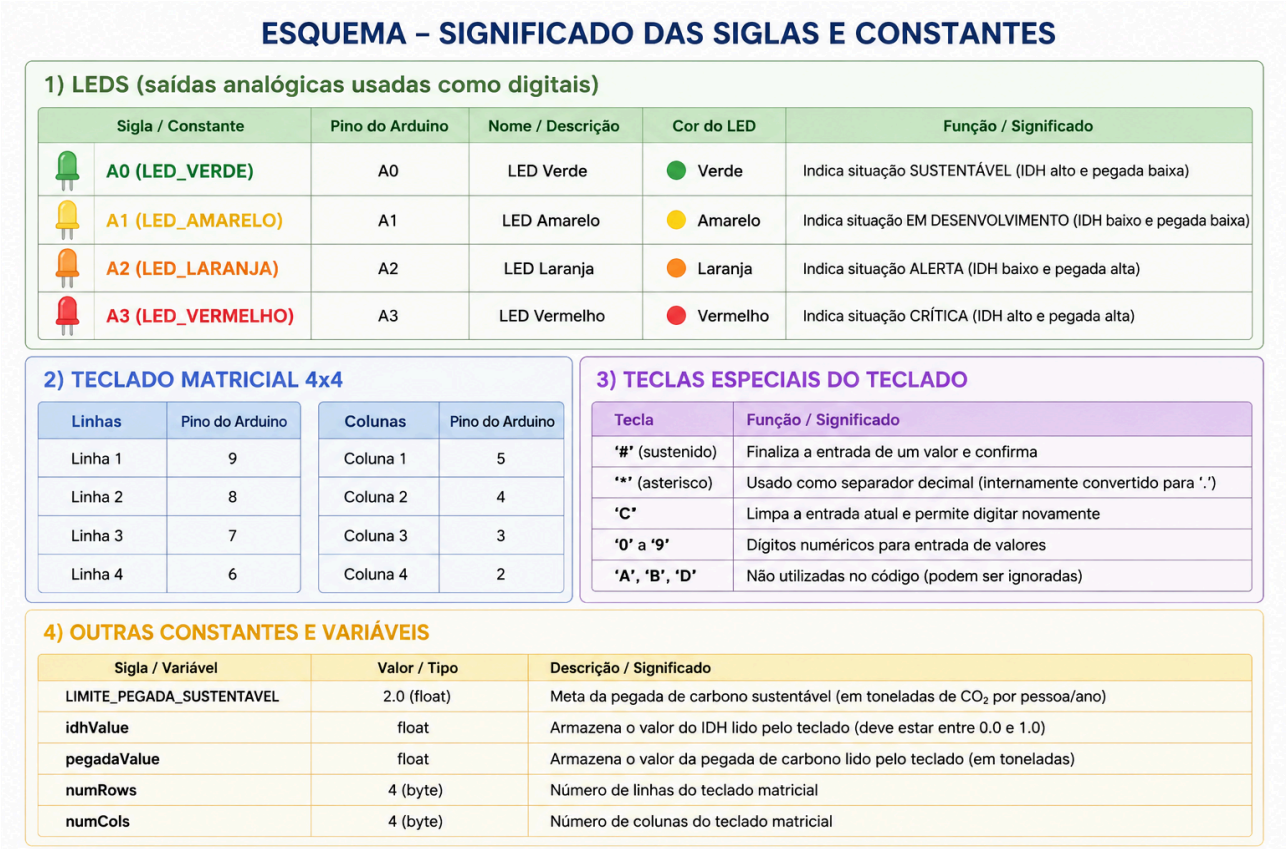
As imagens a seguir dizem respeito ao código em blocos do funcionamento do projeto apresentado anteriormente.




FUNÇÃO: loop()
definir loop ()
definir idhValue para 0
definir pegadaValue para 0
repita faça
idhValue < 0.0 ou idhValue > 1.0
escrever no serial println "\nInsira o IDH (valor entre 0.0 e 1.0) e pressione '#'."
escrever no serial println "\ttUse o * (asterisco) como separador decimal."
definir idhValue para lerValorDoTeclado ()
se faça
idhValue < 0.0 ou idhValue > 1.0
escrever no serial println "--> ERRO: Valor invalido! O IDH deve estar entre 0.0 e 1.0."
escrever no serial print "IDH lido: "
escrever no serial println idhValue com 3 casas decimais
escrever no serial println "Agora, insira a Pegada de Carbono (em toneladas) e pressione '#'."
escrever no serial println "\ttUse o * (asterisco) como separador decimal."
definir pegadaValue para lerValorDoTeclado ()
escrever no serial print "Pegada de Carbono lida: "
escrever no serial println pegadaValue com 3 casas decimais
escrever no serial println "Valores recebidos. Processando..."
chamar processarValores com idhValue , pegadaValue
escrever no serial println "----------"
esperar 1000 milissegundos


FUNÇÃO: lerValorDoTeclado()
definir lerValorDoTeclado
definir texto para ""
definir index para 0
escrever no serial "Valor: " sem nova linha
para sempre
definir key para ler tecla do teclado matricial
se key ≠ vazio
se key = "#"
escrever no serial "\n" sem nova linha
retornar converter texto para número texto
senão se key = "C"
escrever no serial "\nEntrada limpa. Digite novamente." nova linha
escrever no serial "Valor: " sem nova linha
definir texto para ""
definir index para 0
senão
se comprimento de texto < 10
escrever no serial key sem nova linha
se key = "*"
adicionar ao texto "."
senão
adicionar ao texto key
mudar index para index + 1
esperar 10 milissegundos
retornar 0


FUNÇÃO: processarValores(idh, pegada)
definir processarValores com idh , pegada
definir pino A0 (LED_VERDE) para LOW
definir pino A1 (LED_AMARELO) para LOW
definir pino A2 (LED_LARANJA) para LOW
definir pino A3 (LED_VERMELHO) para LOW
se idh >= 0.8
se pegada > 2.0
escrever no serial "Resultado: IDH ALTO, Pegada ALTA. Nivel: CRITICO!"
definir pino A3 (LED_VERMELHO) para HIGH
senão
escrever no serial "Resultado: IDH ALTO, Pegada BAIXA. Nivel: SUSTENTAVEL!"
definir pino A0 (LED_VERDE) para HIGH
senão
se pegada > 2.0
escrever no serial "Resultado: IDH BAIXO, Pegada ALTA. Nivel: ALERTA!"
definir pino A2 (LED_LARANJA) para HIGH
senão
escrever no serial "Resultado: IDH BAIXO, Pegada BAIXA. Nivel: EM DESENVOLVIMENTO."
definir pino A1 (LED_AMARELO) para HIGH
esperar 5 segundos
definir pino A0 (LED_VERDE) para LOW
definir pino A1 (LED_AMARELO) para LOW
definir pino A2 (LED_LARANJA) para LOW
definir pino A3 (LED_VERMELHO) para LOW



ESQUEMA – SIGNIFICADO DAS SIGLAS E CONSTANTES

1) LEDS (saídas analógicas usadas como digitais)

Sigla / Constante	Pino do Arduino	Nome / Descrição	Cor do LED	Função / Significado
A0 (LED_VERDE)	A0	LED Verde	Verde	Indica situação SUSTENTÁVEL (IDH alto e pegada baixa)
A1 (LED_AMARELO)	A1	LED Amarelo	Amarelo	Indica situação EM DESENVOLVIMENTO (IDH baixo e pegada baixa)
A2 (LED_LARANJA)	A2	LED Laranja	Laranja	Indica situação ALERTA (IDH baixo e pegada alta)
A3 (LED_VERMELHO)	A3	LED Vermelho	Vermelho	Indica situação CRÍTICA (IDH alto e pegada alta)

2) TECLADO MATRICIAL 4x4

Linhas	Pino do Arduino	Colunas	Pino do Arduino
Linha 1	9	Coluna 1	5
Linha 2	8	Coluna 2	4
Linha 3	7	Coluna 3	3
Linha 4	6	Coluna 4	2

3) TECLAS ESPECIAIS DO TECLADO

Tecla	Função / Significado
'#' (sustenido)	Finaliza a entrada de um valor e confirma
'*' (asterisco)	Usado como separador decimal (internamente convertido para '.')
'C'	Limpa a entrada atual e permite digitar novamente
'0' a '9'	Dígitos numéricos para entrada de valores
'A', 'B', 'D'	Não utilizadas no código (podem ser ignoradas)

4) OUTRAS CONSTANTES E VARIÁVEIS

Sigla / Variável	Valor / Tipo	Descrição / Significado
LIMITE_PEGADA_SUSTENTAVEL	2.0 (float)	Meta da pegada de carbono sustentável (em toneladas de CO_2 por pessoa/ano)
idhValue	float	Armazena o valor do IDH lido pelo teclado (deve estar entre 0.0 e 1.0)
pegadaValue	float	Armazena o valor da pegada de carbono lido pelo teclado (em toneladas)
numRows	4 (byte)	Número de linhas do teclado matricial
numCols	4 (byte)	Número de colunas do teclado matricial

Código-Fonte

O código-fonte é o conjunto de instruções escritas em uma linguagem de programação, que determina como o programa irá rodar. O código-fonte deste projeto pode ser acessado pelo link Código-fonte Projeto - GitHub e está explicado em detalhes a seguir:

As linhas que começam com " // " ou os trechos envolvidos por "/* (...) */" indicam os comentários do código, ou seja, são trechos que não são executados pelo Arduino, mas servem para detalhar e explicar a função de certo segmento de texto.

```
#include <Keypad.h> //Incluímos a biblioteca necessária para a lógica do código

// --- Constantes Configuráveis ---
// Meta da pegada de carbono sustentável (em toneladas de CO2 por pessoa/ano)
```

```
// Baseado nas metas do Acordo de Paris para 2050.
#define LIMITE_PEGADA_SUSTENTAVEL 2.0

/*Indicamos em qual pino do Arduino cada LED está conectado; funciona como um apelido.*/
#define LED_VERDE A0
#define LED_AMARELO A1
#define LED_LARANJA A2
#define LED_VERMELHO A3

/*Especificamos o número de linhas e colunas do teclado em constantes, pois são valores que não sofrerão alteração durante a execução do código.*/
const byte numRows = 4;
const byte numCols = 4;

//Indicamos qual é o conteúdo ( a tecla ) para cada par de linha e coluna.
char keymap[numRows][numCols] =
{
 {'1', '2', '3', 'A'},
 {'4', '5', '6', 'B'},
 {'7', '8', '9', 'C'},
 {'*', '0', '#', 'D'}
};
/*Indica em quais pinos do Arduino as linhas do teclado estão conectadas, começando pela linha 1.*/
byte rowPins[numRows] = {9, 8, 7, 6};

/*Indica em quais pinos do Arduino as colunas do teclado estão conectadas, começando pela coluna 1.*/
```

```
byte colPins[numCols] = {5, 4, 3, 2};

/*Criamos um objeto teclado que gerencia as linhas e colunas internamente e retorna o valor lido pelo teclado.*/
Keypad teclado = Keypad(makeKeymap(keymap), rowPins, colPins, numRows, numCols);

// - - - - - - - - - - - - - - - - - Configuração inicial do circuito - - - - - - - - - - - - - - - - -
/*Definimos quais pinos vamos usar para os LEDs e que eles serão utilizados no modo saída, ou seja, um sinal digital será apenas enviado por meio deles.*/
void setup() {
  pinMode(LED_VERDE, OUTPUT);
  pinMode(LED_AMARELO, OUTPUT);
  pinMode(LED_LARANJA, OUTPUT);
  pinMode(LED_VERMELHO, OUTPUT);

  Serial.begin(9600); /*Define a velocidade de comunicação do Arduino com o computador, esse é o valor padrão.*/
  Serial.println("\n\nSistema de Análise de Sustentabilidade Iniciado"); /* Texto que será impresso no terminal.*/
}

// - - - - - - - - - - - - - - - - - Programa principal - - - - - - - - - - - - - - - - -
void loop() {
//Aqui são definidas variáveis para guardar os valores lidos do teclado.
        //o tipo float indica que são variáveis que possuem parte decimal.
  float idhValue;
  float pegadaValue;

  do {
```

```
  Serial.println("\nInsira o IDH (valor entre 0.0 e 1.0) e pressione '#'.\n\tUse o * (asterisco) como separador decimal."); // Mensagem que será impressa no terminal.

  idhValue = lerValorDoTeclado();// idhValue recebe o valor lido pelo teclado.
/*lerValorDoTeclado() é uma função, uma sequência de passos que é executada neste momento do código, segundo a sua definição que aparecerá posteriormente.

  if (idhValue < 0.0 || idhValue > 1.0) { /* Se a condição entre os parênteses de: if( <condição>) { <comando>} for verdadeira, o comando será executado, neste caso a mensagem será impressa no terminal.*/
    Serial.println("--> ERRO: Valor invalido! O IDH deve estar entre 0.0 e 1.0.");
  }

 } while (idhValue < 0.0 || idhValue > 1.0); /* Indica que condição deve ser verdadeira para os passos internos serem executados. Os comandos incluídos entre do{ (...) } while
(...) são repetidos até que condição seja falsa.*/

 Serial.print("IDH lido: ");
 Serial.println(idhValue, 3); // Imprime o valor de IDH lido.

 Serial.println("Agora, insira a Pegada de Carbono (em toneladas) e pressione '#'.\n\tUse o * (asterisco) como separador decimal.");
 pegadaValue = lerValorDoTeclado(); /* Guarda o valor da Pegada de Carbono enviada pelo  usuário.*/
 Serial.print("Pegada de Carbono lida: ");
 Serial.println(pegadaValue, 3); // Imprime o valor da Pegada de Carbono lido.

 Serial.println("Valores recebidos. Processando...");
```

```
 processarValores(idhValue, pegadaValue); /*Chama a função "processarValores()" passando o conteúdo das variáveis idhValue e pegadaValue.*/

 Serial.println("-----------------------------------");
 delay(1000);
}
//Definição da função chamada anteriormente
//Ela identifica qual tecla foi pressionada, pela varredura das linhas e colunas.
float lerValorDoTeclado() {
 char buffer[10]; //Reserva 10 posições na memória
 byte index = 0;

 //Percorre todas as posições reservadas e coloca o valor zero nelas.
 for(int i = 0; i < 10; i++) { buffer[i] = 0; }

 Serial.print("Valor: "); //Mensagem para ser exibida no terminal.

 while (true) {
  char key = teclado.getKey(); // Obtemos o valor da tecla pressionada.

  if (key) {  /*Se houve alguma chave pressionada, verificamos se é um caractere especial ou um valor.*/

    if (key == '#') {
     Serial.println();
     buffer[index] = '\0';
     return atof(buffer);
```

```
    }

    else if (key == 'C') {
     Serial.println("\nEntrada limpa. Digite novamente.");
     Serial.print("Valor: ");
     index = 0;
     for(int i = 0; i < 10; i++) { buffer[i] = 0; }
    }

    else {
     if (index < (sizeof(buffer) - 1)) {
      Serial.print(key);

      if (key == '*') {
       buffer[index] = '.';
      } else {
       buffer[index] = key;
      }
      index++;
     }
    }
   }
   delay(10);
 }
}

/*Função que sinaliza a pegada ecológica, que depende dos valores de idh e da
pegada ecológica passados para ela.*/
void processarValores(float idh, float pegada) {
```

```
//Todos os LEDs são desligados
 digitalWrite(LED_VERDE, LOW);
 digitalWrite(LED_AMARELO, LOW);
 digitalWrite(LED_LARANJA, LOW);
 digitalWrite(LED_VERMELHO, LOW);

//É avaliada a pegada de carbono neste trecho.
/*A indicação é feita por meio da mensagem a ser escrita no terminal e pelo LED que recebe o nível lógico alto (HIGH).*/

 if (idh >= 0.8) { //Se o IDH for igual ou maior que 0.8
  if (pegada > LIMITE_PEGADA_SUSTENTAVEL) { /*Se a pegada está acima do limite sustentável.*/
   Serial.println("Resultado: IDH ALTO, Pegada ALTA. Nivel: CRITICO!");
   digitalWrite(LED_VERMELHO, HIGH);
  } else { //Se a pegada está dentro do limite sustentável.
   Serial.println("Resultado: IDH ALTO, Pegada BAIXA. Nivel: SUSTENTAVEL!");
   digitalWrite(LED_VERDE, HIGH);
  }
 }
 else { // Se IDH for < 0.8,  a pegada de carbono é avaliada neste trecho.
  if (pegada > LIMITE_PEGADA_SUSTENTAVEL) { /*Se a pegada está acima do limite sustentável.*/
   Serial.println("Resultado: IDH BAIXO, Pegada ALTA. Nivel: ALERTA!");
   digitalWrite(LED_LARANJA, HIGH);
  } else { //Se a pegada está dentro do limite sustentável.
   Serial.println("Resultado: IDH BAIXO, Pegada BAIXA. Nivel: EM DESENVOLVIMENTO.");
```

```
    digitalWrite(LED_AMARELO, HIGH);
   }
  }

  delay(5000); //Espera 5000ms.

 //Todos os LEDs são desligados.
  digitalWrite(LED_VERDE, LOW);
  digitalWrite(LED_AMARELO, LOW);
  digitalWrite(LED_LARANJA, LOW);
  digitalWrite(LED_VERMELHO, LOW);
}
```

Conexões com a BNCC

Competências Gerais da BNCC (BRASIL, 2017)

Pensamento científico, crítico e criativo:

As atividades propostas (como o jogo da pegada ecológica e o uso do Tinkercad) estimulam os alunos a observar, levantar hipóteses e propor soluções sustentáveis, desenvolvendo o raciocínio lógico e a criatividade.

Responsabilidade e cidadania:

Ao refletirem sobre o consumo, o lixo eletrônico e os recursos naturais, as pessoas estudantes exercitam valores de cidadania socioambiental, alinhados à formação de sujeitos críticos e responsáveis.

Cultura digital:

O uso de ferramentas como o Tinkercad e a robótica educacional promove a apropriação crítica das tecnologias digitais, incentivando práticas conscientes e sustentáveis.

Habilidades - Ciências

(EF02CI01) Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado.

(EF05CI05) Construir propostas coletivas para um consumo mais consciente e criar soluções tecnológicas para o descarte adequado e a reutilização ou reciclagem de materiais consumidos na escola e/ou na vida cotidiana.

(EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como a automação e a informatização).

(EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.

(EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

BNCC – Computação (BRASIL, 2022)

Pensamento Computacional:

As atividades de Computação Desplugada e de programação de semáforos sobre Pegada Ecológica propiciam que os alunos desenvolvam algoritmos e raciocínio lógico aplicados a problemas ambientais.

Robótica educacional:

A construção de protótipos e simulações no Tinkercad integra conceitos de ciência, tecnologia e sociedade, favorecendo práticas interdisciplinares e críticas.

Interdisciplinaridade:

A proposta articula computação, ciências, geografia e educação ambiental, mostrando que o conhecimento tecnológico deve dialogar com questões sociais e ambientais.

Habilidades da BNCC-Computação:

(EF06CO10) Analisar o consumo de tecnologia na sociedade, compreendendo criticamente o caminho da produção dos recursos bem como aspectos ligados à obsolescência e à sustentabilidade.

(EF69CO03) Compreender o funcionamento em rede de computadores, o que inclui explicar como os dados trafegam pela internet e são armazenados e processados em data centers globais.

(EF07CO10) Identificar os impactos ambientais do descarte de peças de computadores e eletrônicos, bem como sua relação com a sustentabilidade.