

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO LUIS KNECHT KLEIN

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DIDÁTICA APLICADA AO
ENSINO DE ROBÓTICA E PROGRAMAÇÃO PARA CRIANÇAS**

TOLEDO

2022

GUSTAVO LUIS KNECHT KLEIN

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DIDÁTICA APLICADA AO
ENSINO DE ROBÓTICA E PROGRAMAÇÃO PARA CRIANÇAS**

**DEVELOPMENT OF A TEACHING TOOL APPLIED TO TEACHING ROBOTICS
AND PROGRAMMING TO CHILDREN**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Marcus Paulo Costa Carvalho

Coorientadora: Profa. Ma. Angélica Patrícia Sommer Meurer

Coorientador: Prof. Dr. Felipe Walter Dafico Pfrimer

TOLEDO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GUSTAVO LUIS KNECHT KLEIN

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DIDÁTICA APLICADA AO
ENSINO DE ROBÓTICA E PROGRAMAÇÃO PARA CRIANÇAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Eletrônica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 15/DEZEMBRO/2022

Marcus Paulo Costa Carvalho
Especialista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marcos Roberto Bombacini
Doutorado em Métodos Numéricos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fabiana Aparecida Pansera
Especialista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

TOLEDO

2022

Aos meus pais e minha companheira de vida.

“Não creio que haja uma emoção mais intensa para um inventor do que ver suas criações funcionando. Essas emoções fazem você esquecer de comer, de dormir, de tudo.”
(Nikola Tesla).

RESUMO

Com a evolução da tecnologia, associada ao fato de que as crianças estão cada vez mais conectadas a ela, novas metodologias de ensino são necessárias para suprir essas novas demandas. Devido a isso, o uso de metodologias que estimulem o aprendizado ativo está cada vez mais presente nas escolas desde o ensino básico. Uma das metodologias mais utilizadas é a STEAM (sigla em inglês para *Science, Technology, Engineering, Arts e Math*), a qual é usualmente associada ao ensino de robótica, fazendo com que os estudantes sejam estimulados a resolver problemas de caráter multidisciplinar, sendo protagonistas de suas ações. Com isso, surge a “gamificação”, um conceito que busca utilizar jogos como ferramentas de ensino, aliando o conhecimento aos mesmos benefícios do ato de jogar. Dito isso, esse estudo visa o desenvolvimento de uma ferramenta didática baseada no conceito de “gamificação” aliado ao método STEAM, fazendo com que os estudantes sejam estimulados a resolverem problemas de programação por meio de um jogo de tabuleiro, que deverá receber a sequência de comandos para alcançar a solução.

Palavras-chave: metodologias de aprendizagem ativa; STEAM; gamificação; RFID; Arduino.

ABSTRACT

With the evolution of technology, associated with the fact that children are increasingly connected to it, new teaching methodologies are needed to meet these new demands. Because of this, the use of methodologies that encourage active learning is increasingly present in schools from basic education. One of the most used methodologies is STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Math), which is usually associated with teaching robotics, encouraging students to solve problems of a multidisciplinary nature, being the protagonist of their actions. With that, "gamification" appears, a concept that seeks to use games as teaching tools, combining knowledge with the same benefits of the act of playing. That said, this study aims to develop a teaching tool based on the concept of "gamification" combined with the STEAM method, encouraging students to solve programming problems through a board game, which should receive the sequence of commands to reach the solution.

Keywords: active learning methodologies; STEAM; gamification; RFID; Arduino.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Alguns produtos da gama Arduino.....	20
Figura 2 – Placa Arduino Mega 2560 Rev 3.....	21
Figura 3 – Esquemático da Placa Arduino Mega 2560 Rev3	22
Figura 4 - Leitor Mini RFID - RC522	24
Figura 5 - Exemplo de conexão do barramento SPI.....	26
Figura 6 - Interface da IDE Arduino	27
Figura 7 - Fluxo de funcionamento do jogo	30
Figura 8 - Layout do tabuleiro	31
Figura 9 - Display genérico de 3,5 polegadas utilizado na contrução.....	33
Figura 10 - Tags de comandos RFID com suas identificações	33
Figura 11 - Esquemático do circuito montado no software Fritzing.....	35
Figura 12 - Leitores RFID já conectados	36
Figura 13 - Módulo incluindo alimentação de entrada e tela inclinada	37
Figura 14 - Último módulo montado incluindo os sensores e atuadores	37
Figura 15 - Circuito após a montagem completa.....	38
Figura 16 - Trecho do código contendo definição de variáveis globais.....	39
Figura 17 - Trecho do código relacionando a identificação da tag com uma constante e sua ação correspondente	40
Figura 18 – Ferramenta didática após a finalização da montagem.....	44
Figura 19 - QR code	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações técnicas da Placa Arduino Mega 2560 Rev 3	21
Tabela 2 – Componentes físicos de um sistema RFID.....	23
Tabela 3 - Descrição dos pinos de conexão do Leitor Mini RFID - RC522	25
Tabela 4 - Linhas do barramento SPI	25
Tabela 5 - Etapas presentes no jogo	30
Tabela 6 - Exemplo de como poderá ser uma partida.....	31
Tabela 7 - Materiais e dispositivos utilizados na construção da ferramenta.....	34
Tabela 8 - Exemplo de valores da variável de gerenciamento e o estado do jogo correspondente	41
Tabela 9 - Exemplos de desafios e combinação de <i>tags</i> para sua solução.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RFID	<i>Radio-Frequency Identification</i>
IoT	Internet das Coisas
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
CI	Circuito Integrado
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

mA	Miliamperes
V	Volts
mm	Milímetro
MHz	Mega-hertz

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 JUSTIFICATIVA	16
4 REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1 Educação na atualidade	17
4.1.1. Metodologia Ativa	17
4.1.2. “Gamificação”	18
4.1.3. Ensino de Robótica e Programação para Crianças	18
4.2 Hardware	19
4.2.1. Plataforma Arduino	19
4.2.1.1 Aplicação Do Arduino	20
4.2.1.2 Arduino Mega 2560	20
4.2.2. Identificação Por Radiofrequência	23
4.2.3. Leitor Mini RFID - Rc522	24
4.2.4. Interface De Comunicação Serial	25
4.2.5. Programação Do Arduino	27
4.2.6. Bibliotecas De Desenvolvimento	28
4.2.7. Máquinas De Estado	28
5 MATERIAIS E MÉTODOS	29
5.1 Funcionamento e Composição do Jogo	29
5.2 Uso da Plataforma Arduino	32
5.3 Interação com o Usuário	32
5.4 Aplicação da Tecnologia RFID	34
5.5 Construção da Ferramenta Didática	34
5.6 Software de controle e etapas de desenvolvimento	38
5.6.1 Variáveis do sistema e Inicialização dos componentes	39
5.6.2 Sistema de Leitura RFID	40
5.6.3 Gerenciamento de telas do jogo	41
5.6.4 Desafios propostos e ações das <i>tags</i> de comando	42
5.6.5 Ação dos atuadores e sensores	43
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNCIDE A	51

1 INTRODUÇÃO

Apesar do desenvolvimento tecnológico acelerado ocorrido no final do século XX e nas duas primeiras décadas do século XXI, ao se comparar uma sala de aula da década de 1940 com a maioria das salas atuais, é possível perceber que muitas das características ainda se preservam, como a rotina, a disposição das mesas no ambiente, o papel dos professores e alunos. A educação parou no tempo, deixando de lado o fato de que sua população mudou e a forma com que necessita ser educada agora, também (EMERICK et al., 2022).

As crianças da geração *Alpha*, público desde trabalho, são a primeira geração 100% conectada à internet. Esta geração, nomeada pelo sociólogo Mark McCrindle (2015), de nascidos a partir de 2010, são filhos da geração Y, os *millenials*, geração a qual já vive uma realidade voltada ao mundo conectado. As crianças da geração *Alpha* nasceram já em uma rotina cercada pela tecnologia, e devido a isso, fica claro que um método tradicional de educação não é mais adequado, eles necessitam do contato, da prática, da aplicação dos conceitos que para eles estão à distância de um clique.

As metodologias de aprendizagem ativa, cada vez mais presentes nas escolas e universidades, vêm como uma ferramenta para suprir essa demanda educacional. Afastando as rotinas mecânicas de uma aula expositiva onde o professor é o centro das atenções dentro da sala de aula, e transformando o aluno no protagonista do seu aprendizado por meio de estratégias interdisciplinares, sendo também apresentados a problemas do mundo real. Na aplicação de metodologias de aprendizagem ativa, o professor se torna um guia, conduzindo o aluno a condições de pesquisa e tomadas de decisão, e o resultado disso, é uma aprendizagem mais ativa, na qual o aluno ouve, fala, pergunta, debate, discute, aplica, ensina, pratica, e desta forma, constrói o seu conhecimento.

Associando a evolução tecnológica que vem ocorrendo com a inserção de metodologias de aprendizagem ativa em todos os níveis de ensino, a grande maioria das escolas passaram a inserir em seu portfólio aulas baseadas em metodologias de aprendizagem ativa por meio do método STEAM, um acrônimo formado pelas iniciais de *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic* (HARDOIM, 2019). Método este que é amplamente aplicado no ensino de robótica para crianças e adolescentes.

A aplicação do STEAM no ensino de robótica é o grande motivador deste trabalho, o método estimula a participação ativa do aluno no processo educacional,

sendo incentivado a resolver problemas. Diante disso, a ferramenta didática aqui desenvolvida surge para ser aplicada na metodologia de ensino STEAM associada à “gamificação” da educação, levando o aluno a solucionar problemas relacionados à conteúdos ligados à introdução de robótica e programação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver uma ferramenta didática baseado na metodologia STEAM e “gamificação”, aplicado à introdução de robótica e programação para crianças em uma faixa etária de 8 a 12 anos.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos estão diretamente relacionados às etapas de desenvolvimento da ferramenta didática, podendo destacar alguns dos principais pontos a seguir:

- a) Desenvolver um conceito de jogo baseado em desafios de programação para crianças por meio do conceito de programação por blocos;
- b) Constituir um *hardware* baseado na plataforma Arduino capaz de trabalhar com sensores RFID e métodos de interação com o usuário por meio de interfaces gráficas;
- c) Desenvolver um *software* capaz de gerenciar o *hardware* e lógica do jogo por meio do conceito de programação de máquinas de estado.

3 JUSTIFICATIVA

Em virtude da transição pela qual a educação vem passando nos últimos anos, com a ampliação da aplicação de metodologias de aprendizagem ativa em todos os níveis de ensino, principalmente no Ensino Fundamental por meio de aulas de robótica e programação, faz-se cada vez mais necessário ferramentas de ensino para tal aplicação.

Neste trabalho, é apresentado um jogo baseado no conceito de metodologias de aprendizagem ativa e “gamificação” focado no ensino de programação, ofertando uma ferramenta capaz de levar os alunos a cumprir desafios através de um jogo de tabuleiro interativo, estimulando seu raciocínio lógico e capacidade de resolver problemas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Educação na atualidade

Em um mundo cercado pela evolução da tecnologia, a educação, de forma predominante, continua seguindo os seus mesmos processos tradicionais. Segundo Daros (2018), esse tipo de ensino vem gerando descontentamento tanto entre os discentes quanto entre os docentes. O modelo de aula continua predominantemente expositivo, gerando principalmente uma falta de interesse por parte dos estudantes.

4.1.1. Metodologia Ativa

Segundo Moran (2015), não faz mais sentido a aplicação de metodologias tradicionais de ensino. Desta forma, aparecem as metodologias de aprendizagem ativa, as quais buscam envolver os alunos em desafios planejados que mobilizem competências intelectuais e pessoais. Estes desafios devem estar voltados para situações reais, implicando que o aluno pesquise sua realidade, avalie diferentes situações e pontos de vista, e com isso faça suas escolhas.

Nas metodologias de aprendizagem ativa, a todo momento deve haver interação entre os estudantes, principalmente trocas de conhecimento e experiência, o papel do professor deve ser de facilitador, colaborando nas discussões e aprendizados sobre o tema. A metodologia reforça a importância da experiência para o aprendizado. Conforme dito por Pasqual Junior, um professor precisa ser capaz de utilizar a metodologia a seu favor, para que o aluno seja protagonista, tornando-os criadores e agentes de suas aprendizagens, deixando de ser apenas ouvintes. (PASQUAL JUNIOR, 2018).

Norteadas pelo conceito de metodologias de aprendizagem ativa e interdisciplinaridade, surge a STEAM, uma metodologia que busca aplicar conhecimentos das áreas de Ciências, Tecnologia, Engenharias, Artes e Matemática em problemas do dia a dia (LORENZIN, 2017).

4.1.2. “Gamificação”

Associado às metodologias já mencionadas, se encontram os jogos educativos, que nos levam a um conceito chamado “gamificação”. Para Busarello, Ulbricht e Fadel (2014), a gamificação se baseia na ação de se pensar como se estivesse em um jogo. Usar gamificação, não significa efetivamente estar jogando, mas sim alcançar os mesmos benefícios do ato de jogar.

O ato de jogar têm estimulado o aumento do grau do QI (Quociente Inteligente) em seus jogadores. Alguns estudos comprovam que os jogos desenvolvem habilidades cognitivas em seus jogadores, pois forçam os estudantes a pensar, a tomar decisões de forma rápida, aprimorar a criatividade, pois necessitam de estratégias e raciocínio lógico para atingir os objetivos (AKILLI, 2011).

Este trabalho busca aplicar o conceito de “gamificação” no estudo de programação, como um exercício de fixação e treinamento, através de desafios que levarão a criança a pensar logicamente para solucionar problemas.

4.1.3. Ensino de Robótica e Programação para Crianças

É comum identificar nos alunos dificuldades para resolver problemas que envolvam raciocínio lógico, dificuldades para se organizar. Segundo Cambuzzi e Souza (2014), são muitos os fatores que podem ser atribuídos a isso. Um destes problemas é a falta de motivação, geralmente o ensino de disciplinas como Matemática, por exemplo, não estabelece uma relação entre teoria e a prática, prejudicando assim a aprendizagem. Desta forma, a robótica associada à programação, vem como uma ferramenta para criar um *link* entre o abstrato e o concreto.

Conforme explicado por Zanetti et al. (2012), o objetivo em ensinar robótica para crianças, não é o domínio da técnica, mas sim a construção do conhecimento, aprendendo de forma simples conceitos multidisciplinares por meio de suas ferramentas, experimentos e criação de artefatos.

Zilli (2004) comenta que o ensino de robótica pode desenvolver uma série de competências nas crianças, dentre os principais se destacam o raciocínio lógico, a capacidade de lidar com problemas, capacidade crítica, as habilidades manuais,

relações interpessoais e intrapessoais, dentre muitas outras. Da mesma forma que acontece com a robótica, o ensino de programação também desenvolve uma série de habilidades, como as capacidades de resolução, simplificação e interpretação de problemas, estimulando o raciocínio lógico do estudante, e é facilmente aplicável com o auxílio de jogos (SCAICO et al., 2012).

4.2 Hardware

4.2.1. Plataforma Arduino

O Arduino, criado em 2005, é uma plataforma eletrônica de desenvolvimento de código aberto, tanto em *hardware* como em *software*. Elaborada com o intuito de ser uma placa de fácil manuseio e baixo custo, destinada a estudantes, amadores, entusiastas e programadores profissionais. Graças à associação a uma experiência do usuário simples e acessível, a plataforma atualmente conta com uma imensa comunidade de apoio, com informações e projetos sendo compartilhadas por todo lugar, somando uma quantidade incrível de conhecimento acessível que pode ser de grande ajuda para iniciantes e especialistas (ARDUINO, 2018).

Atualmente a gama de produtos é vasta, como pode ser visto na Figura, partindo de dispositivos simples de 8 bits e avançando até *hardwares* com aplicações específicas, como soluções para a IoT, dispositivos vestíveis, dentre outros.

Figura 1 – Alguns produtos da gama Arduino



Fonte: ARDUINO, Loja virtual (2022).

4.2.1.1 Aplicação Do Arduino

Com a sua fama de acessibilidade e praticidade, os produtos da plataforma Arduino dominaram o mercado de entusiastas, as placas em geral, possuem uma série de pinos, permitindo a conexão das mais diversas interfaces, atuadores e sensores, sejam eles analógicos ou digitais, permitindo uma infinidade de opções de interconexão.

Essa condição, faz com que estas placas sejam aplicadas nos mais diversos tipos de projetos, nos quais o limite de aplicações anda de mãos dadas com o alcance da criatividade do criador. Segundo Michael McRoberts (2011), a maior vantagem que esta plataforma oferece sobre as outras é a facilidade de uso, mesmo pessoas que não são da área técnica podem criar projetos sem grandes dificuldades, graças à grande comunidade de usuários que dão auxílio, compartilham seus códigos e diagramas de circuito para que sejam acessados e modificados.

4.2.1.2 Arduino Mega 2560

O Arduino Mega 2560 Rev3, vide figura 2, atualmente em sua terceira

revisão, é baseado no microcontrolador ATmega2560 (ARDUINO, 2022). O Mega 2560 é um dos modelos mais versáteis da gama de produtos da fabricante, foi desenvolvido para aplicações que requerem maior número de linhas de entrada e saída, mais memória de programa e mais memória de dados. Como apontado por Monk (2013) o fato de os conectores laterais serem estrategicamente posicionados da mesma forma que na placa Uno R3, a mais popular da gama, permite assim que todos os periféricos feitos para o Uno também sejam compatíveis.

Figura 2 – Placa Arduino Mega 2560 Rev 3



Fonte: ARDUINO, Loja virtual (2022).

Tabela 1 – Especificações técnicas da Placa Arduino Mega 2560 Rev 3

MICROCONTROLADOR	ATmega2560
TENSÃO DE OPERAÇÃO	5V
TENSÃO DE ENTRADA (RECOMENDADA)	7-12V
TENSÃO DE ENTRADA (LIMITE)	6-20V
PINOS DIGITAIS DE ENTRADA E SAÍDA	54 (15 habilitados para PWM)
PINOS ANALÓGICOS DE ENTRADA	16
CORRENTE CONTÍNUA FORNECIDA POR PINO	20 mA
CORRENTE CONTÍNUA FORNECIDA PELO PINO 3,3V	50 mA
COMPRIMENTO	101.52 mm
LARGURA	53.3 mm
PESO	37 g

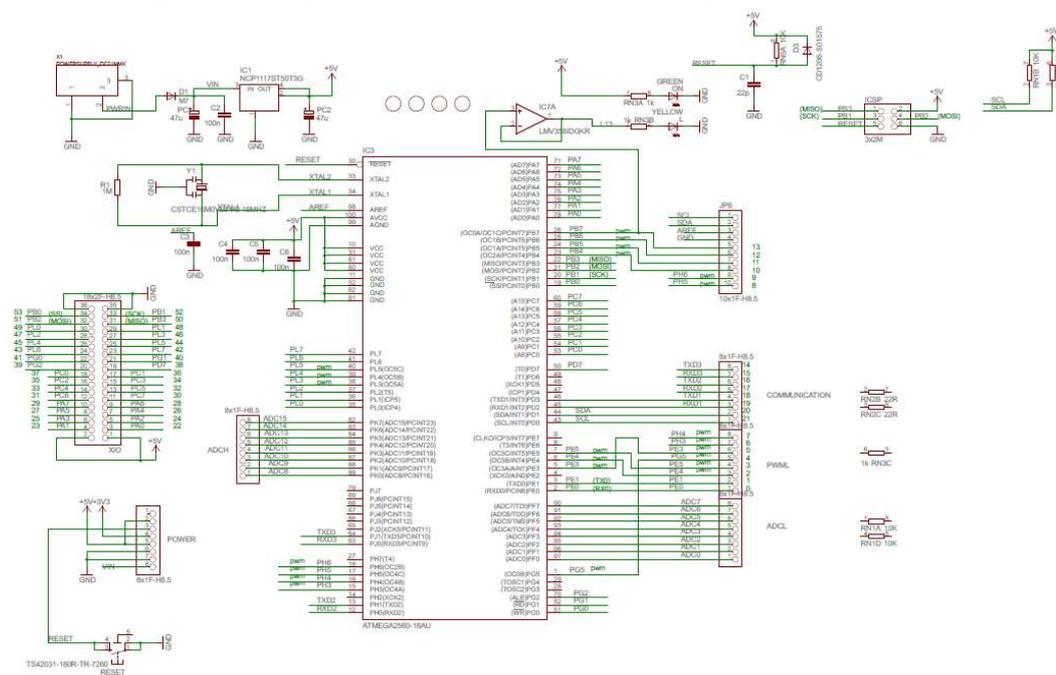
Fonte: Adaptado da Loja Virtual, ARDUINO (2022).

Conforme observado na Tabela 1, o Arduino Mega 2560 Rev3 oferece 54 pinos digitais de conexão, os quais podem ser usados como entradas ou saídas. Estes pinos operam a uma tensão de 5V com uma corrente máxima de 40mA. Alguns destes pinos também possuem funções específicas, como uso de PWM, comunicação serial, dentre outras.

Além das 54 portas digitais, o Mega 2560 Rev3 possui 16 pinos de entradas analógicas operando com uma resolução de 10 *bits*, e pinos dedicados a funções de alimentação e fornecimento de energia. Estes últimos, estão relacionados a tensão de entrada, à referência e ao fornecimento de tensões de 5V e 3,3V geradas por reguladores presentes na placa.

A alimentação da placa pode ser feita através da conexão USB ou com uma fonte de alimentação externa. Em casos de uso de muitos periféricos, é recomendado que a alimentação deles seja feita de forma externa e não através do Mega 2560, os reguladores mencionados possuem limites de operação, é recomendado não ultrapassar 300mA em uma tensão de 5V e 50mA na saída 3,3V. Um esquemático da placa pode ser visto na figura 3.

Figura 3 – Esquemático da Placa Arduino Mega 2560 Rev3



Fonte: ARDUINO, Loja virtual (2022).

4.2.2. Identificação Por Radiofrequência

A identificação por radiofrequência – RFID (*Radio Frequency Identification*), é um termo utilizado para se referir a tecnologias as quais utilizam frequências de rádio na identificação de objetos. Sendo comumente utilizado na identificação de números de série, códigos e outras informações presentes em um *microchip*. Estes *microchips* por sua vez, estão presentes em *tags*, cartões, produtos, dentre outros, e emitem sinais de radiofrequência para leitores ou antenas que captam essas informações (SANTANA, 2008).

Os sistemas RFID, se diferenciam pela frequência de operação ou pela necessidade de uma alimentação. Quando as *tags* ou cartões necessitam de fonte de alimentação para emitir o seu sinal de rádio, o sistema é classificado como ativo. Quando esta alimentação não é necessária, então o sistema recebe a classificação de passivo (FINKENZELLER, 2010).

Neste trabalho serão abordados os sistemas do tipo passivo. Um sistema do tipo passivo é composto por uma *tag* RFID, a qual possui um *microchip* ligado a uma antena em seu interior, sem uma fonte de alimentação. Este *microchip* armazena informações predeterminadas em sua memória. Quando as ondas de rádio frequência emitidas pelo leitor chegam à antena do *microchip*, a energia é convertida pela antena em eletricidade, o que ativa o *microchip* na *tag* permitindo que as informações ali armazenadas sejam enviadas ao leitor (ÀVILA, 2012).

Na Tabela 2, são descritos os componentes físicos do sistema passivo, de acordo com Correa (2013):

Tabela 2 – Componentes físicos de um sistema RFID

Antenas	As antenas são os dispositivos responsáveis por emitir e receber os sinais gerados por leitores e <i>tags</i> . Seu tamanho e frequência de operação variam conforme aplicação.
<i>Tags</i>	Dispositivos comumente encontrados no formato de cartões ou chaveiros, sendo o local de armazenamento da informação que será repassada. Consiste em um <i>chip</i> com um circuito eletrônico associa a uma antena muito pequena.

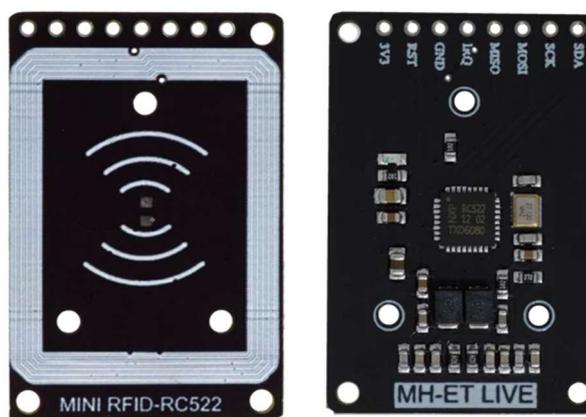
Leitores	Equipamento responsável por enviar o sinal que energizará as <i>tags</i> , para que sejam ativadas e as informações nelas contidas sejam lidas.
Controlador	Dispositivo responsável pelo controle dos leitores e processamento das informações recebidas.
Interface	Interface de comunicação responsável pelo envio das informações obtidas no controlador para o <i>middleware</i> .
<i>Middleware</i>	<i>Software</i> de gerenciamento, presente em computadores ou microcontroladores, que fará uso das informações recebidas para execução de ações.

Fonte: Adaptado de Correa (2013).

4.2.3. Leitor Mini RFID - Rc522

O leitor RC522, que pode ser visto na Figura 4, é um leitor/gravador baseado no circuito integrado (CI) MFRC522 da *NXP Semiconductors*. Este circuito integrado, por sua vez, se trata de um leitor/gravador RFID, operando em uma frequência de 13,56MHz fornecendo uma implementação robusta e eficiente para demodulação e decodificação de sinais de *tags* compatíveis, oferecendo suporte a comunicação com o microcontrolador através do protocolo SPI. O CI opera a uma tensão de 3,3V e tem capacidade de leitura de *tags* a uma distância de 20 a 50mm (NXP, 2016).

Figura 4 - Leitor Mini RFID - RC522



Fonte: Loja Virtual (Hanson, 2021).

Baseado na ficha de dados do leitor RC522 (HANSON, 2021), na Tabela 3 é

possível verificar as conexões disponíveis no leitor:

Tabela 3 - Descrição dos pinos de conexão do Leitor Mini RFID - RC522

SDA	Pino responsável pela escolha do escravo conectado.
SCK	Pino de clock da comunicação SPI, é o canal utilizado para sincronizar a transmissão de dados.
MOSI	Pino de saída do mestre e saída do escravo da comunicação SPI
MISO	Pino de entrada do mestre e saída do escravo da comunicação SPI
IRQ	Pino de interrupção, usado para indicar alguns eventos.
GND	Pino de referência da alimentação.
RST	Pino de reset do leitor, usado para colocar em modo de baixo consumo.
3V3	Pino de alimentação do módulo, operando na tensão de 3,3 volts.

Fonte: Adaptado a ficha de dados (Hanson, 2021).

4.2.4. Interface De Comunicação Serial

Outro elemento de grande importância na constituição deste trabalho, é a interface de comunicação serial, do inglês, *Serial Peripheral Interface* (SPI). O barramento SPI é um protocolo de comunicação série síncrono utilizado em aplicações que necessitam do envio de informações a uma curta distância. Os dispositivos conectados na interface, se comunicam em sentido duplo, na configuração mestre-escravo, aonde cada interface possui um único mestre. Este O dispositivo mestre coordena a troca de informações entre os dispositivos, sendo possível a conexão de inúmeros escravos (SABINO, 2017).

A Tabela 4, define as linhas do barramento SPI conforme descrito por Sakiyama (2017):

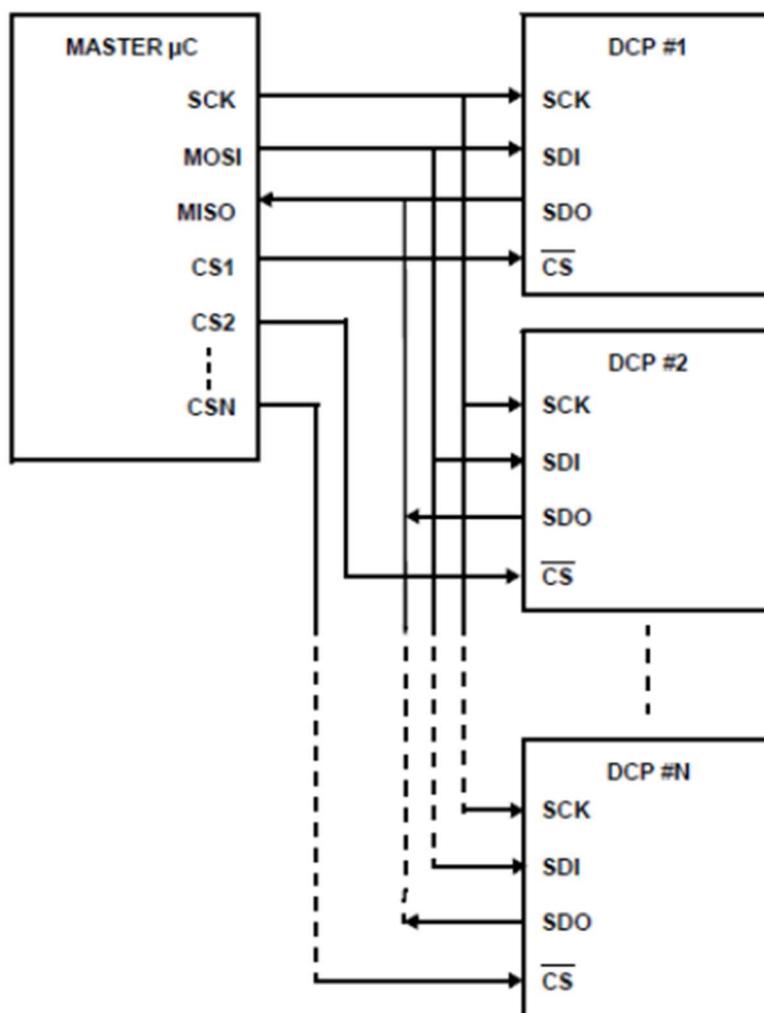
Tabela 4 - Linhas do barramento SPI

<i>Serial Clock (SCK)</i>	Linha na qual o mestre aplica o sinal de <i>clock</i> para que a comunicação seja sincronizada
<i>Slave Select (SS)</i>	Linha na qual o mestre seleciona com qual dispositivo escravo a comunicação irá ocorrer.
<i>Master Output Slave input (MOSI)</i>	Linha pela qual o dispositivo irá enviar dados caso seja mestre, ou receber dados caso seja escravo.
<i>Master Input Slave Output (MISO)</i>	Linha pela qual o dispositivo irá receber dados caso seja mestre, ou enviar dados caso seja escravo.

Fonte: Adaptado de Sakiyama (2017)

Cada escravo dentro do barramento SPI possui uma linha SS dedicada a ele. Assim, todos os dispositivos escravos estarão conectados ao mestre através da linha SS (INTERSIL, 2007). Um exemplo de modo de conexão pode ser visto na figura 5.

Figura 5 - Exemplo de conexão do barramento SPI



Fonte: INTERSIL (2007).

Neste trabalho, a aplicação do protocolo SPI será principalmente relacionada ao uso dos leitores RFID, o qual totalizaram 8 unidades. Estes leitores farão o papel de escravos, se comunicando com o dispositivo master, o qual será o Arduino Mega 2560. Os leitores se comunicarão com o Arduino, passando as informações armazenadas nas *tags* RFID.

4.2.5. Programação Do Arduino

O *software* Arduino IDE é muito intuitivo para iniciantes, sua interface simples e minimalista pode ser vista na Figura 6, porém flexível e completo para usuários avançados. Ele roda nas plataformas Mac, Microsoft Windows e Linux, o contrário da maioria dos microcontroladores limitados a apenas o Microsoft Windows (ARDUINO, 2018).

As placas da plataforma Arduino já vem com um *bootloader* que permite a gravação de programas sem a necessidade de um gravador externo. A comunicação para gravação de programas é através de conexão USB (PORTES, 2014).



Fonte: Captura de tela do software, ARDUINO (2022).

O ambiente de programação do Arduino é baseado no ambiente Processing, cuja filosofia de projeto é ensinar os fundamentos de programação dentro de um contexto visual, o chamado Sketch (EVANS; NOBLE; HACHENBAUM, 2013).

O Processing era uma ferramenta simples e poderosa, com poucos comandos era possível criar imagens, bastava iniciar algumas estruturas necessárias através de uma função, e outra função para executar de forma recorrente. Baseado

nessa estrutura, surge o Wiring, um conceito de programação que utiliza o conceito do Processing aplicado a circuitos eletrônicos, lendo e escrevendo sinais elétricos (COSTA, 2019).

A linguagem de programação do Arduino é o C++ em uma forma adaptada. Utilizando os conceitos de uma linguagem orientada a objetos, e uma estrutura baseada no Wiring (SOUZA, 2013). Possui uma função para inicialização de todos os elementos conectados na placa em uso, a função *setup()* e outra função responsável pela execução das rotinas de forma repetitiva e indefinida, a função *loop()*.

4.2.6. Bibliotecas De Desenvolvimento

As bibliotecas de desenvolvimento, trazem uma das principais vantagens sobre a programação das placas Arduino, que a abstração de códigos de baixo nível. Ao utilizar essa abstração, é possível a execução de tarefas complexas através de comandos simples, pois o usuário não necessitará manipular registradores internos do microcontrolador, tornando essa manipulação mais próxima de uma linguagem natural (SOUZA, 2014).

Tomando esta facilidade do uso de bibliotecas, em conjunto com a comunidade online de compartilhamento mencionada anteriormente, é possível encontrar bibliotecas para uma infinidade de periféricos, em sua maioria desenvolvidos pela própria comunidade. O que mantém os usuários a alguns cliques e linhas de código de controlar dispositivos de alta complexidade.

4.2.7. Máquinas De Estado

Uma máquina de estado é a representação do comportamento de máquinas. Sendo utilizada principalmente em algoritmos de gerenciamento de sistemas de controle e automação. Sua premissa básica é dividir o comportamento do algoritmo em estados, que em qualquer instante de tempo, baseado no estado da máquina ou evento ocorrendo no momento, pode prever o seu comportamento ou executar ações especificadas (WRIGHT, 2005).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A ferramenta didática desenvolvida é um jogo interativo no formato de tabuleiro, baseado no conceito de programação por blocos, no qual o usuário será apresentado a um desafio e deverá cumpri-lo por meio do posicionamento de *tags* de comando nos espaços reservados para tal ação, visando uma aprendizagem mais ativa, tornando o processo mais visual e envolvente.

É válido ressaltar que o projeto não constitui o desenvolvimento de um *hardware* específico para tal aplicação, ele é composto por uma combinação de *hardwares* já existentes no mercado, baseada no uso da plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre Arduino associada à sensores, atuadores e componentes eletrônicos. Estes por sua vez, gerenciados por um *software* que será desenvolvido na linguagem nativa da plataforma Arduino.

O jogo, principal objeto deste trabalho, se dá sobretudo pela comunicação do usuário, através das *tags* de comando e visor LCD sensível ao toque, com o sistema embarcado associado ao *software* desenvolvido.

5.1 Funcionamento e Composição do Jogo

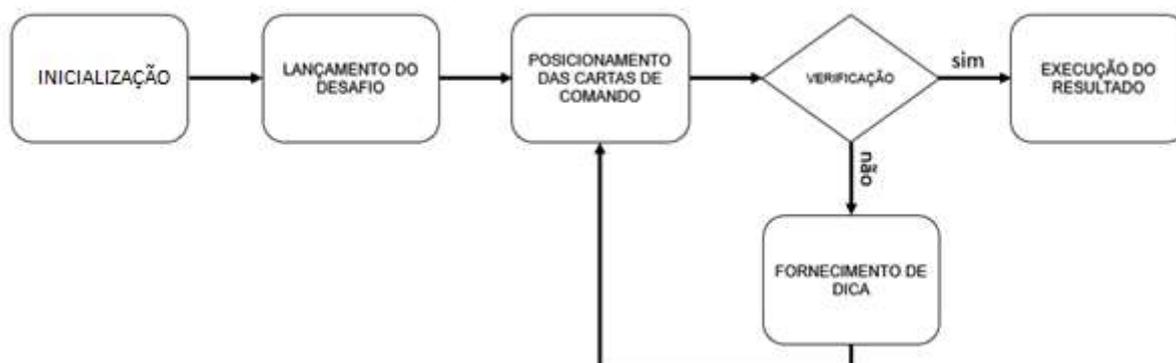
O jogo desenvolvido neste trabalho tem como principal objetivo a utilização dentro de salas de aula, como um complemento prático em aulas de introdução à robótica e programação. Para tal, o jogo submeterá o aluno a desafios predefinidos.

O aluno se tornará apto à utilização da ferramenta didática após duas etapas:

- i. Introdução aos conceitos iniciais de robótica e programação providos por um professor.
- ii. Breve explicação sobre o funcionamento do jogo por parte do professor.

O jogo possui um fluxo de funcionamento simples, conforme demonstrado na Figura 7, sendo composto basicamente por cinco possíveis etapas conforme especificadas na Tabela 5.

Figura 7 - Fluxo de funcionamento do jogo



Fonte: Autoria Própria (2022)

Tabela 5 - Etapas presentes no jogo

Inicialização	Menu de entrada com uma pequena introdução ao jogo e um botão para inicialização do mesmo
Lançamento do desafio	O programa propõe um desafio ao jogador
Posicionamento das tags de comando	O jogador posiciona as <i>tags</i> de comando buscando solucionar o desafio proposto
Verificação	O programa verifica se o posicionamento das cartas está correto
Execução do resultado	O resultado do desafio é apresentado
Fornecimento de dica	Uma dica é fornecida ao jogador

Fonte: Autoria Própria (2022)

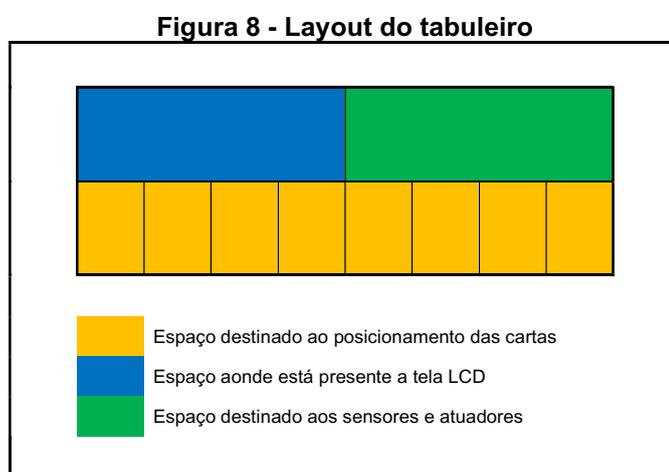
Todas as etapas são guiadas através de uma tela sensível ao toque a qual mostra todos os informativos e botões necessários para o transcorrer do jogo de forma clara e lúdica, buscando se familiarizar com o público-alvo. Além disso, o jogo também conta com *tags* de comandos, que são os “itens de jogo”, as quais são as peças utilizadas para solução dos desafios propostos. Estas cartas devem ser posicionadas na ordem correta sob os espaços predeterminados do tabuleiro, como se fossem instruções de um código.

Os desafios propostos pelo jogo, são relacionados a programação de atuadores e sensores identificados e dispostos no tabuleiro, que são acionados de acordo com a finalidade do desafio proposto. Estes componentes são utilizados como objetivos, e também são “peças” do jogo, por exemplo, ao completar um desafio envolvendo o acionamento de um motor, é possível visualizar o resultado da programação no tabuleiro com um motor sendo acionado no espaço destinado para estes elementos. Da mesma forma, alguns desafios podem envolver o uso de sensores, os quais devem ser programados através das *tags* de comando, e depois

de completo o desafio, é possível interagir com os mesmos no tabuleiro, como por exemplo, um motor que só é acionado caso a mão do jogador seja posicionada acima do tabuleiro.

O tabuleiro do jogo sob a visão do usuário, que pode ser visualizado na figura 8, é composto por:

- i. Uma tela LCD sensível ao toque.
- ii. Espaço composto por sensores e atuadores.
- iii. Área de posicionamento para 8 cartas de controle.
- iv. 20 *tags* de comandos.



Na Tabela 6 é demonstrado um exemplo de partida baseado nas etapas de jogo já apresentadas.

Tabela 6 - Exemplo de como poderá ser uma partida

Inicialização	O jogador, um estudante de 8 anos, lê as breves instruções e aperta o botão de início de jogo
Lançamento do desafio	O programa randomicamente propõe o desafio "Crie um código de programação para que LED pisque com intervalos de 1 segundo"
Posicionamento das <i>tags</i> de comando	O jogador então inicia o posicionamento das <i>tags</i> de comando buscando solucionar o desafio proposto, e posiciona na sequência as cartas LIGAR LED, DESLIGAR LED e ESPERAR 1 SEGUNDO
Verificação	Após o posicionamento das cartas o jogador pressiona o botão de verificação
Fornecimento de dica	O programa indica um erro na tela com a mensagem "Ops, acho que está faltando alguma coisa! Seu LED fica ligado por quanto tempo?"
Posicionamento das <i>tags</i> de comando	Com a dica, o jogador volta para a etapa de posicionamento, e reposiciona as cartas, adicionando mais uma, resultando na sequência: LIGAR LED, ESPERAR 1 SEGUNDO, DESLIGAR LED e ESPERAR 1 SEGUNDO

Verificação	Após o reposicionamento, o jogador pressiona novamente o botão de verificação
Execução do resultado	Desta vez, com o posicionamento correto, a mensagem "Parabéns! Você completou o desafio" é exibida, e o LED do tabuleiro começa a piscar conforme a programação feita pelo jogador

Fonte: Autoria Própria (2022)

5.2 Uso da Plataforma Arduino

Para controle do tabuleiro, a plataforma escolhida foi o Arduino. O qual, conforme citado anteriormente, é uma plataforma de *hardware* livre de uso extenso nas mais diversas aplicações. A escolha por esta plataforma se dá principalmente pelos seguintes fatores:

- i. Baixo custo de aquisição.
- ii. Larga disponibilidade no mercado.
- iii. Plataforma baseada em *Hardware* e *Software* livre.
- iv. Larga compatibilidade com periféricos.
- v. Linguagem de programação tradicional e conhecida.

Dentre a gama de produtos disponíveis dentro da plataforma Arduino, a placa escolhida para aplicação neste projeto é a placa Arduino Mega 2560 Rev3 apresentada anteriormente. A escolha deste modelo dentre a gama se dá principalmente pela quantidade de portas disponíveis, devido à quantidade de periféricos que foram utilizados na composição da ferramenta didática.

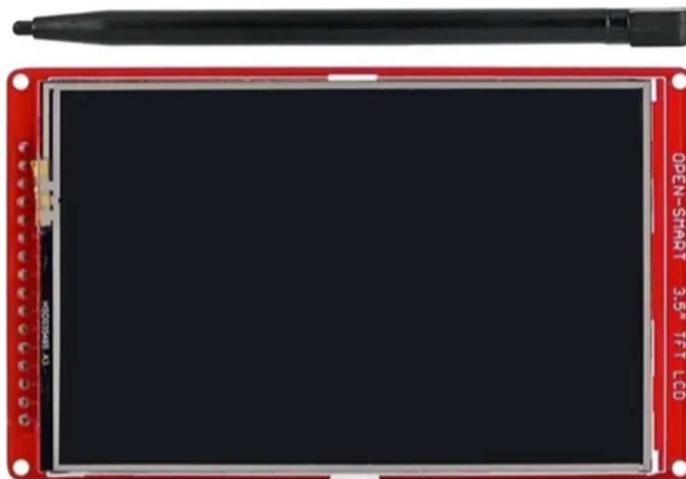
5.3 Interação com o Usuário

Como mencionado anteriormente, a interação com o usuário se dá de duas formas. A primeira forma de interação se dá por uma tela sensível ao toque, a qual faz o papel de controladora do sistema, permitindo a navegação por todo o *software* desenvolvido, apresentando as informações de todas as etapas, os menus de navegação e todos os botões necessários para o funcionamento completo do sistema.

Para tal, foi utilizado o display genérico visto na figura 09, o qual é sensível

ao toque e possui uma tela colorida, com uma resolução de 320 x 480 pixels.

Figura 9 - Display genérico de 3,5 polegadas utilizado na construção



Fonte: ISSO TELECOM, Loja Virtual do Mercado Livre Brasil (2022).

A segunda forma de interação, se dá por meio de uma série de *tags* de comandos, vistas na figura 10. Estas por sua vez, são as peças fundamentais do jogo, contendo os comandos de programação necessários para cumprimento dos desafios propostos. As cartas utilizadas, foram elaboradas a partir de cartões RFID, tecnologia a qual permite a interação do usuário com a ferramenta através do posicionamento das cartas sob o tabuleiro.

Figura 10 - Tags de comandos RFID com suas identificações



Fonte: Autoria Própria (2022)

5.4 Aplicação da Tecnologia RFID

Conforme já mencionado, um dos principais recursos que estão presentes na ferramenta didática, são as *tags* de comandos. Estas cartas são constituídas a partir de cartões de identificação por radiofrequência (RFID). Para a leitura destes cartões é necessário a utilização de sensores específicos, os quais devem estar presentes em cada um dos oito possíveis locais de posicionamento dos cartões.

Estes sensores, também conhecidos como sensores RFID, estão conectados em série ao Arduino e se comunicam com ele através de protocolo Serial Peripheral Interface (SPI) que, conforme citado anteriormente, tem vasta aplicação na criação de interfaces de comunicação de curta distância em microcontroladores. O sensor escolhido para tal aplicação é do modelo RC522, mencionado na seção 4.2.3.

A escolha por esse sensor se deu principalmente por conta do seu tamanho reduzido, o que permitiu a montagem dos 8 sensores em uma área menor e com um melhor espaçamento de segurança, evitando assim, possíveis interferências causadas pela proximidade dos sensores.

5.5 Construção da Ferramenta Didática

Conforme já mencionado, o desenvolvimento da ferramenta se deu por uma combinação de *hardwares*, já disponíveis no mercado. A construção demandou o uso de diversos dispositivos e materiais, que podem ser vistos na Tabela 7. E o esquemático do circuito pode ser visualizado na figura 11.

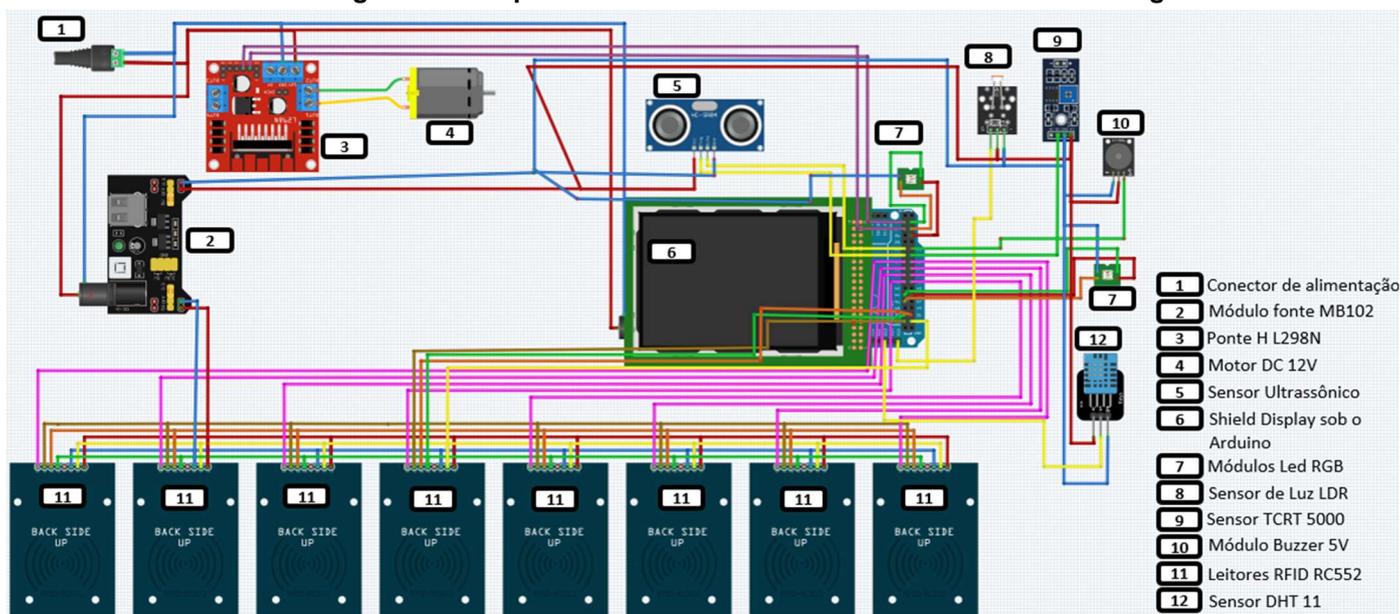
Tabela 7 - Materiais e dispositivos utilizados na construção da ferramenta

Material / Dispositivo	Quant.	Descrição breve
Placa Ilhada 10 x 20cm	1	Local para alocação e solda dos componentes responsáveis pela alimentação do circuito e base para o Arduino com o display
Placas Ilhadas 10 x 10cm	6	Local para alocação e solda dos sensores e atuadores
Fonte Chaveada 9V 1A	1	Fonte utilizada para alimentação do circuito
Fios e jumpers	1	Utilizado nas conexões em geral, em sua maioria soldados
Borne de conexão padrão P4 Fêmea	1	Borne para conexão da fonte de alimentação

Chave alavanca	1	Chave para acionamento do circuito
Plug P4 Macho	2	Plug para alimentação do Arduino e Módulo MB102
Módulo fonte MB102	1	Módulo utilizado para regular a tensão de alimentação dos leitores RFID
Arduino Mega 2560 Rev3	1	Placa Arduino escolhida para o projeto
Display Genérico 3.5" 320 x 480px	1	Display sensível ao toque para interação com o usuário
Leitor Mini RFID- Rc522	8	Sensores RFID para leitura das <i>tags</i> de comando do jogo
Ponte H L298N	1	Placa para controle do motor DC
Motor DC 12V N20	1	Motor de pequeno porte e baixa velocidade
Módulo LED RGB SMD	2	Módulo utilizado para indicação de funcionamento e também peça de jogo
Sensor Ultrassônico HC-SR04	1	Sensor de distância utilizado para ações do jogo
Módulo Sensor DHT11	1	Sensor de temperatura e umidade para ações do jogo
Módulo Buzzer 5V passivo	1	Atuador para emitir sons do jogo
Módulo LDR 10k	1	Sensor de luminosidade utilizado para ações do jogo
Módulo TCRT 5000	1	Sensor de proximidade utilizado para ações do jogo

Fonte: Autoria Própria (2022)

Figura 11 - Esquemático do circuito montado no software Fritzing

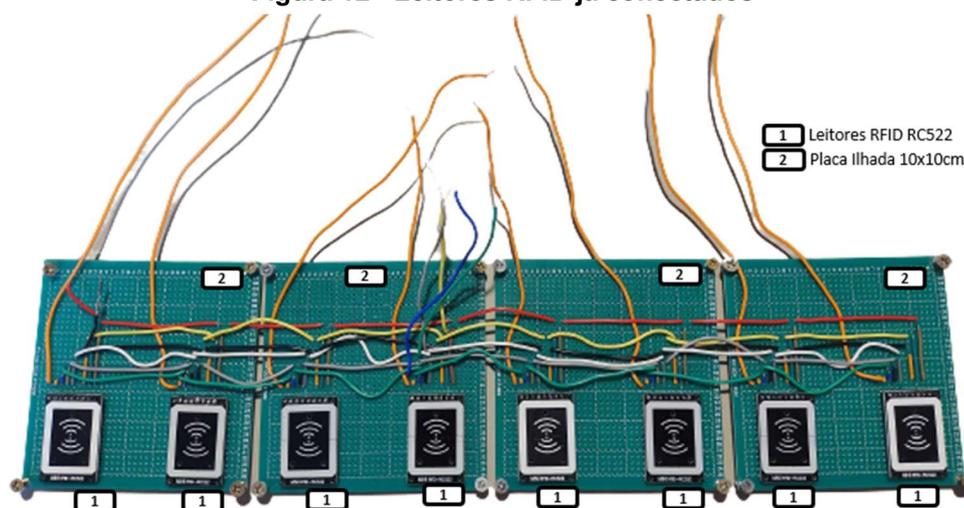


Fonte: Autoria Própria (2022)

A montagem do circuito foi realizada em módulos, primeiramente os módulos

envolvendo os leitores RFID, divididos em quatro placas ilhadas, cada uma com 2 leitores. Após a soldagem nas placas, os componentes foram interligados entre eles, os pinos MISO, MOSI, SCK, RST, GND e 3,3V são conectados entre si, constituindo assim a comunicação SPI. Ficando assim apenas as conexões SDA de cada dispositivo e um ponto de conexão para cada fio da conexão SPI, conforme visto na figura 12.

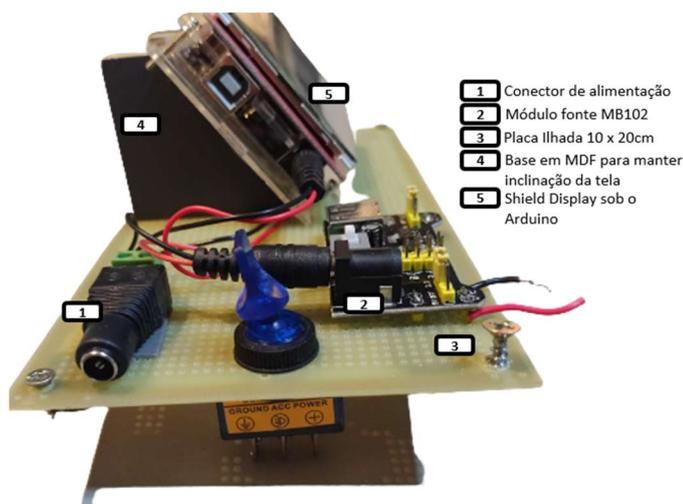
Figura 12 - Leitores RFID já conectados



Fonte: Autoria Própria (2022)

A etapa seguinte foi realizar a montagem do circuito de alimentação e base para colocação do Arduino com o *display* LCD conectado. Para isso, foi utilizada a placa ilhada 10 x 20cm devido ao seu espaço. Foram soldados os componentes de entrada de alimentação, e como base para fixação do Arduino e *display* LCD foram utilizadas duas peças em madeira, com o intuito de manter a tela inclinada para permitir uma melhor visualização, vide figura 13.

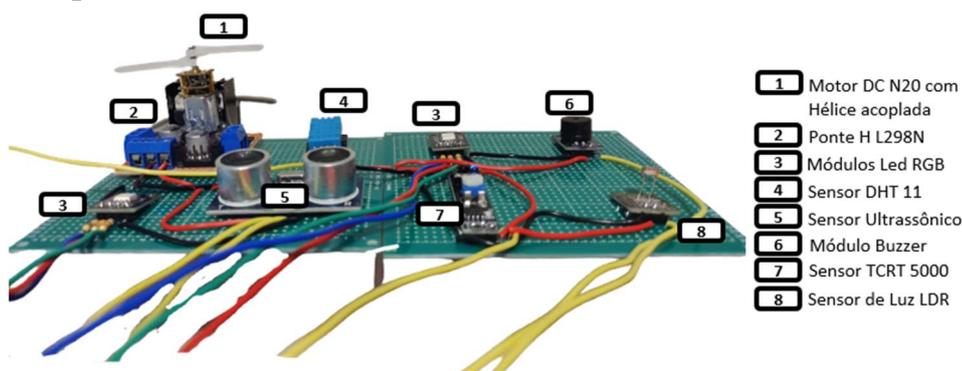
Figura 13 - Módulo incluindo alimentação de entrada e tela inclinada



Fonte: Aatoria Própria (2022)

O último módulo montado foi elaborado em duas partes com o objetivo de manter um espaçamento entre os atuadores e sensores presentes. E de forma similar ao visto na primeira etapa, foram interligados os pinos em comum, neste caso, os pinos de alimentação GND e 5V, sendo deixados os pinos de sinal para posterior conexão no Arduino. O último módulo completo, pode ser visto na figura 14.

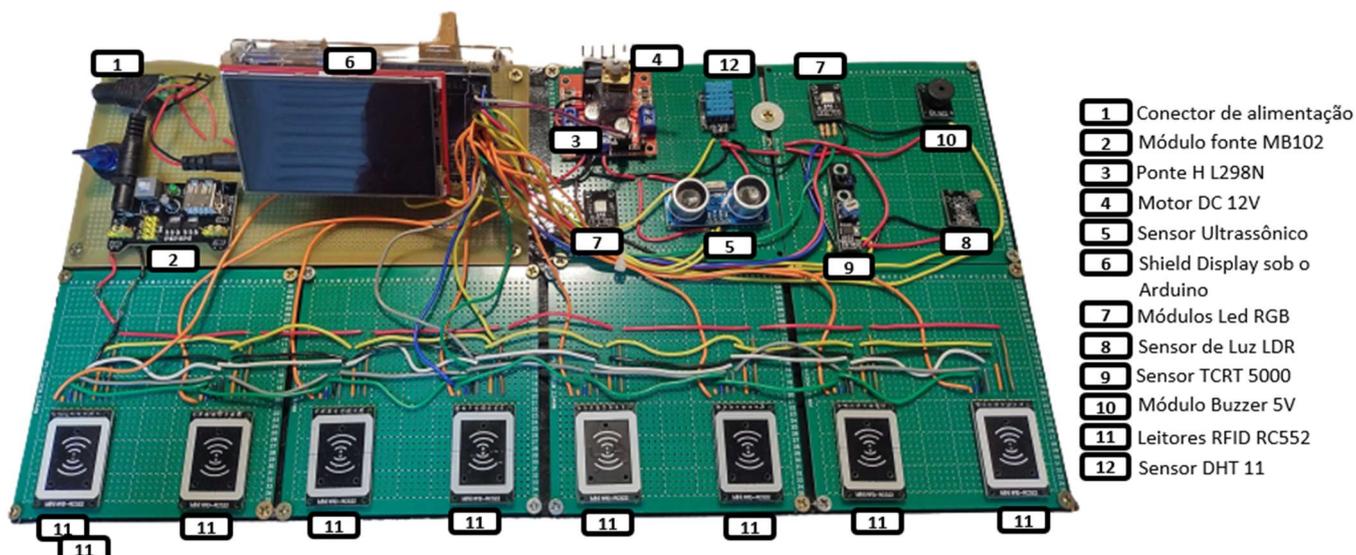
Figura 14 - Último módulo montado incluindo os sensores e atuadores



Fonte: Aatoria Própria (2022)

Para conclusão da montagem, foi utilizada uma base feita em madeira, na qual todos os módulos foram presos e os fios conectados, resultando no circuito que pode ser visto na figura 15.

Figura 15 - Circuito após a montagem completa



Fonte: Autoria Própria (2022)

Com isso, foi finalizada a montagem do protótipo da ferramenta, passou-se então para a fase de desenvolvimento de *software*.

5.6 *Software* de controle e etapas de desenvolvimento

O *software* desenvolvido, é baseado na linguagem nativa do sistema, citada anteriormente. O programa funciona rodando interfaces gráficas baseadas em bibliotecas de código aberto disponíveis no Ambiente Integrado de Desenvolvimento (IDE) do Arduino.

Estas interfaces funcionam de acordo com a interação do usuário através dos botões na tela e condicionadas ao posicionamento das *tags* de comandos. O que leva o *software* a rodar através do conceito de máquina de estado, conceito o qual já foi citado anteriormente, para que o sistema rode de forma satisfatória e fluida.

O código, disponibilizado no apêndice A deste trabalho, recebeu a inserção de comentários a cada passo, com o intuito de facilitar a sua visualização e compreensão.

5.6.1 Variáveis do sistema e Inicialização dos componentes

O primeiro passo no desenvolvimento, foi a identificação e inicialização de todos as variáveis, elementos da ferramenta e bibliotecas utilizadas. Todos estes, foram identificados e nomeados de forma clara e objetiva, sendo atribuído seus valores iniciais ou número da porta de conexão no Arduino. Um trecho desta etapa pode ser visualizado na figura 16.

Figura 16 - Trecho do código contendo definição de variáveis globais

```
43 //Criação do vetor de objetos do tipo MFRC522 (Leitor RFID Utilizado)
44 MFRC522 leitores_RFID[quantidade_leitores];
45
46 //Definição de pinos de atuadores utilizados
47
48 //Motor da hélice
49 #define IN1_motor 22
50 #define IN2_motor 24
51
52 //LED RGB de indicação de funcionamento
53 #define RGB1_red 26
54 #define RGB1_green 27
55 #define RGB1_blue 23
56
57 //LED RGB de uso para o jogo
58 #define RGB2_red 45
59 #define RGB2_blue 46
60 #define RGB2_green 44
61
62 //Buzzer
63 #define buzzer 31
64
65 //Definição de pinos de sensores utilizados
66
67 //Sensor LDR (Luminosidade)
68 #define LDR 15
69
70 //Sensor Temperatura e humidade
71 #define pino_DHT11 13
```

Fonte: Autoria Própria (2022)

Nesta etapa então foram definidos os pontos de conexão de todos os leitores RFID, atuadores e sensores da ferramenta didática. Além disso, também foram definidos os valores de identificação de cada *tag* de comando, valores os quais são utilizados pelo sistema para identificar qual ação a *tag* lida pelo sensor irá desempenhar, conforme visto na figura 17.

Figura 17 - Trecho do código relacionando a identificação da tag com uma constante e sua ação correspondente

```

86 #define Tag_01 "B6 D2 68 AF" //Tag de delay de 1 segundo
87 #define Tag_02 "E5 5E 82 96" //Tag de delay de 1 segundos
88 #define Tag_03 "33 C2 FA 21" //Tag de "Ligar o Led vermelho"
89 #define Tag_04 "0E 55 EA 84" //Tag de "Ligar o Led azul"
90 #define Tag_05 "8F 35 83 5B" //Tag de "Ligar o Led verde"
91 #define Tag_06 "EA D9 54 6B" //Tag de "Ligar a Hélice"
92 #define Tag_07 "2C 97 D1 E4" //Tag de "Ligar Sirene"
93 #define Tag_08 "4C 83 F4 B3" //Tag de "Desligar Led"
94 #define Tag_09 "AE 0F 52 F2" //Tag de "Desligar a Hélice"
95 #define Tag_10 "DF 8B FA C3" //Tag de "Se"
96 #define Tag_11 "FC 0D 2D 5D" //Tag de "Se"
97 #define Tag_12 "0F EF 59 EB" //Tag de "Estiver quente"
98 #define Tag_13 "FB 73 D8 2E" //Tag de "Estiver Escuro"
99 #define Tag_14 "A1 16 54 4E" //Tag de "Estiver Claro"
100 #define Tag_15 "2F B9 8C 64" //Tag de "Estiver Baixo"
101 #define Tag_16 "E1 A0 17 5C" //Tag de "Estiver Alto"
102 #define Tag_17 "3E 8B 19 76" //Tag de "Estiver Frio"
103 #define Tag_18 "62 AD 0B EF" //Tag de "Estiver Calor"
104 #define Tag_19 "27 D4 C4 48" //Tag de "Estiver com a mão em cima"
105 #define Tag_20 "F3 78 01 BA" //Tag de "Estiver sem nada em cima"

```

Fonte: Autoria Própria (2022)

Esta etapa é de grande importância para uma aplicação, pois permite a localização rápida de diversos parâmetros do sistema em caso de necessidade de alterações.

Logo em seguida à etapa de declarações, é executada a função *setup()* do Arduino, função padrão da plataforma executada uma única vez a cada inicialização, a qual sinaliza para o microcontrolador todas as portas que estão em uso e suas finalidades, deixando o *hardware* pronto para execução do programa.

5.6.2 Sistema de Leitura RFID

O sistema de leitura RFID é o principal elemento do jogo, através dele, em conjunto com a tela sensível ao toque, que o usuário irá interagir com o jogo e resolver os desafios.

A ferramenta didática conta com oito leitores RFID, conectados ao Arduino através da comunicação SPI, conforme mencionado anteriormente, para gerenciamento desta comunicação foi feito o uso de uma biblioteca *open source* a qual facilita a conexão de vários sensores simultaneamente, biblioteca a qual se encontra no repositório mencionado no apêndice A.

Para controle dos sensores, foram criados dois vetores, sendo um para armazenamento do pino SDA de cada um dos leitores e outro vetor de objetos para armazenar instâncias dos leitores RFID. Estas instâncias tornam mais fáceis os acessos a cada um deles e também auxiliam na criação de loops de repetição para leitura das *tags*.

A operação dos leitores se dá dentro de uma função dedicada a este propósito, intitulada "ler_RFID". Desta forma, a cada execução da função, é feita uma verificação em todos os leitores RFID, em busca da presença de alguma *tag*, em caso verdadeiro, o valor da identificação deste comando é salvo em uma variável correspondente ao posicionamento do sensor.

A função de leitura é executada após o lançamento do desafio, na etapa de posicionamento de cartas, e termina quando o usuário clica no botão "Verificar Cartas".

5.6.3 Gerenciamento de telas do jogo

O gerenciamento do menu de jogo se dá dentro da função *loop()* do Arduino, outra função padrão da plataforma que é executada no formato de loop infinito logo após a execução da função *setup()*.

O conceito de máquinas de estado passa a ser aplicado neste ponto. Cada etapa do jogo possui um valor característico atribuído a uma variável. Um exemplo de alguns valores da variável de gerenciamento e o estado de jogo correspondente pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8 - Exemplo de valores da variável de gerenciamento e o estado do jogo correspondente

Variável de gerenciamento	Tela mostrada ao usuário	Função rodando em segundo plano
0	Inicial	Aguardando clique em "Iniciar"
1	"Podemos começar?"	Aguardando a confirmação para sortear o desafio
2	Apresentando o desafio	É acionada a função de leitura dos sensores RFID, aguardando o clique em "Verificar comandos"
3	Desafio Correto	É executada a função correspondente ao desafio concluído através dos sensores e atuadores

4	Desafio Incorreto com dica	É acionada a função de leitura dos sensores RFID novamente, aguardando o reposicionamento e clique no botão de "verificar comandos"
---	----------------------------	---

Fonte: Aatoria Própria (2022)

Desta forma, o código passa a ser executado de forma mais eficiente, evitando perda de processamento, e garantindo que apenas a função desejada esteja em execução.

5.6.4 Desafios propostos e ações das *tags* de comando

Por se tratar de um protótipo e devido a quantidade de comandos serem limitados em oito, os desafios desenvolvidos são de natureza simplificada.

O desafio é sorteado a cada inicialização do jogo, para cada um deles há uma combinação específica de *tags* de comando para solucioná-lo. Alguns exemplos de desafios e suas soluções podem ser vistos na Tabela 9.

Tabela 9 - Exemplos de desafios e combinação de *tags* para sua solução

Desafio	<i>Tags</i> e suas posições para conclusão do desafio							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Faça o Led azul piscar a cada segundo.	"Ligar Led Azul"	"Esperar 1 segundo"	"Desligar Led Azul"	"Esperar 1 segundo"	"Vazio"	"Vazio"	"Vazio"	"Vazio"
Ligue o ventilador se estiver quente.	"Se"	"Estiver quente"	"Ligar a Hélice"	"Vazio"	"Vazio"	"Vazio"	"Vazio"	"Vazio"
Ligar o Led Verde se estiver escuro e desligar se estiver claro	"Se"	"Estiver escuro"	"Ligar Led Verde"	"Se"	"Estiver claro"	"Desligar Led Verde"	"Vazio"	"Vazio"

Fonte: Aatoria Própria (2022)

Após o desafio ser sorteado, o usuário é informado de que deve fazer o posicionamento das *tags* de comando, estes comandos sempre devem ser posicionados da esquerda para a direita. Após realizada essa etapa, o usuário deve solicitar que o sistema verifique se está correto, em caso de uma resposta positiva, é exibida uma mensagem na tela informando e dando dicas de como testar o seu código de programação.

Caso a resposta seja negativa, o sistema irá exibir uma mensagem contendo uma possível dica de acordo com as *tags* já posicionadas e solicitando que o usuário tente novamente. Em alguns casos será mostrado também o código sendo executado mesmo com a resposta errada no setor de sensores e atuadores de forma incorreta, para que o erro possa ser visualizado.

5.6.5 Ação dos atuadores e sensores

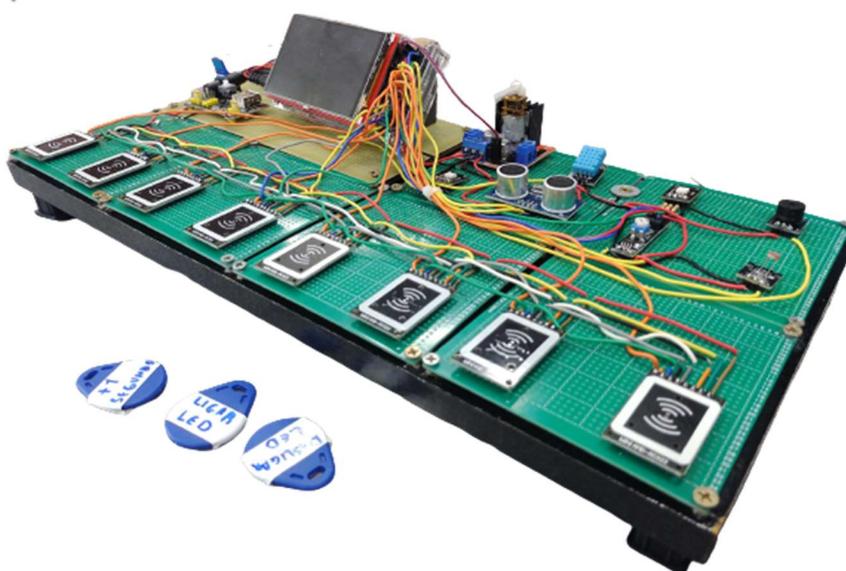
A última etapa do jogo, está relacionada a visão do usuário sob a sua tarefa executada. Ao concluir o desafio, ou parte dele, os atuadores e sensores localizados na área dedicada a eles, passam a executar a tarefa programada no desafio.

Desta forma, é possível o usuário interagir com a ferramenta, através da leitura dos sensores, como o sensor de luz, de presença, distância, e além disso, conseguem visualizar as ações, como acionamento da hélice e leds.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A expectativa inicial era desenvolver um produto completo, em formato final, já presente em um invólucro próprio. Porém, o resultado final se resume a um protótipo, que desempenha todas as funções previamente idealizadas, mas com fiação e carcaça exposta, conforme visto na figura 18.

Figura 18 – Ferramenta didática após a finalização da montagem



Fonte: Autoria Própria (2022)

Ao longo do desenvolvimento surgiram alguns empecilhos em relação à conclusão do projeto, sendo eles:

- i. **Dificuldade em adquirir material:** muitos dos dispositivos utilizados na montagem da ferramenta, são difíceis de serem adquiridos no Brasil, devido sua escassez e alto custo.
- ii. **Prazo de entrega de produtos importados:** devido à dificuldade mencionada acima, foram adquiridos produtos na China, os quais não chegaram a tempo para implementação do projeto.
- iii. **Problemas com os leitores RFID:** devido ao uso da comunicação SPI entre os sensores, houve bastante dificuldade para fazê-los funcionar em conjunto, para isso foram testados diversas bibliotecas e métodos.

- iv. **Problemas de conexão:** ao longo da montagem, devido aos métodos utilizados, houveram inúmeros problemas de conexão, os quais só foram solucionados ao optar-se por utilizar apenas conexões com soldas, com exceção às conexões do Arduino.
- v. **Componentes defeituosos:** outro problema encontrado foi a deficiência dos produtos utilizados, por se tratarem de dispositivos de baixo custo, diversos deles apresentaram problemas e precisaram ser substituídos.

De toda forma, após vencidas as adversidades, o protótipo funciona de forma satisfatória. Nos testes de funcionamento, o sistema apresenta um desempenho fluido, boa transição entre as etapas e sem falhas de leitura nas *tags* de comando.

Conceitualmente, o projeto representa muito bem sua finalidade como ferramenta de apoio para aplicação de aulas que façam uso de metodologias de aprendizagem ativa. A ferramenta didática apresenta aos alunos desafios a serem solucionados, característica a qual é remetida à metodologia STEAM.

Além disso, o conceito de “gamificação” também é bem presente, devido ao ambiente criado pela interação do usuário com a ferramenta, em busca da conquista da vitória.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de jogo apresentado neste trabalho, baseado em desafios, desperta o interesse das crianças. Com ele é possível estimular o pensamento crítico, fazendo com que os usuários tomem decisões e busquem estratégias usando o conceito de programação por blocos, visando atingir os objetivos e conquistando a vitória.

A lógica do jogo, associada à combinação escolhida de *hardware*, fez com que o jogo se tornasse intuitivo e prático, focando na experiência do usuário. Desta forma, a fluidez entre as etapas do jogo em conjunto com a tela sensível ao toque e a praticidade do uso de *tags* RFID faz com que o jogo possa ser jogado pelas crianças da faixa etária desejada, com apenas algumas explicações.

Desta forma, o objetivo de uma ferramenta didática baseada na metodologia STEAM e “gamificação” foi alcançado, mesmo que no formato de um protótipo. Para próximas etapas deste projeto, seria interessante o desenvolvimento de mais desafios, com a inserção de mais *tags* de comando, mais leitores RFID, além de mais sensores e atuadores.

Com a adição de mais elementos, aumentam de forma gradativa a quantidade de possibilidades de combinações, além de permitir a inserção de níveis de dificuldade, o que permitiria também aumentar a faixa etária do público alvo.

REFERÊNCIAS

AKILLI, G. K. (2011) Games and simulations: A new approach in education. Gaming and Simulations: Concepts, Methodologies, Tools and Applications.

ANDRADE, L. G. da S. B.; AGUIAR, N. C.; FERRETE, R. B.; SANTOS, J. dos. Geração Z e as metodologias de aprendizagem ativa de aprendizagem: desafios na Educação Profissional e Tecnológica. Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica, [S. l.], v. 1, n. 18, p. e8575, 2020. DOI: 10.15628/rbept.2020.8575. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/8575>. Acesso em: Acesso em 6 de maio de 2022.

ARDUINO. Datasheet Arduino Mega 2560 Rev3. Revisão 2022. Disponível em: <<https://docs.arduino.cc/static/6ae5976ee5676bb927973fab16c10d4b/A000067-datasheet.pdf>>. Acesso em 20 de maio de 2022.

ARDUINO – Guide. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em 20 de maio de 2022.

ARDUINO – Store. Disponível em: < <https://store.arduino.cc/>>. Acesso em 20 de maio de 2022.

ÁVILA, A. M. Identificação por radiofrequência: Tecnologia inteligente, hospital eficiente, qualidade e segurança para o paciente. Centro De Educação Tecnológica e Pesquisa em Saúde. Porto Alegre, 2012.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias de aprendizagem ativa de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. B. Tec. Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013. Disponível em: <http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/349>. Acesso em 18 de abril de 2022.

BERNARDO, C. G. “A Tecnologia RFID e os Benefícios da Etiqueta Inteligente para os Negócios”: Revista Eletrônica UNIBERO de Produção Científica: Unibero – Centro Universitário Ibero-Americano: set. 2004 [on-line]. Disponível em: http://www.profcordella.com.br/unisanta/textos/fqa43_rfid_tecnologia_detalhes.htm. Acesso em 18 de abril de 2022.

BOUD, D. (Ed.). Problem-based learning in education for the professions. Higher Education Research and Development Society of Australasia, 1985.

BUSARELLO, R. I. ULBRICHT, Vania Ribas. FADEL, Luciane Maria. A gamificação e a sistemática de jogo: conceitos sobre a gamificação como recurso motivacional. In: FADEL, Luciane Maria et al. Gamificação na Educação. Pimenta Cultural. 2014.

CAMBRUZZI, E. SOUZA, Rosemberg Mendes de. O Uso da Robótica Educacional para o Ensino de Algoritmos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da

Bahia (IFBA). Anais do EATI - Encontro Anual de Tecnologia da Informação e Semana Acadêmica de Tecnologia da Informação - RS Ano 4 n. 1 p.40-47 Nov/2014

CGI.br/NIC.br, Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), Pesquisa sobre o uso da Internet por crianças e adolescentes no Brasil - TIC Kids Online Brasil 2019.

CORREA, A. E. S. REDES RFID E NFC: Funcionamento e Aplicações. Monografia (Especialização em Gerência de Redes e Tecnologia Internet). Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

COSTA, F.. História do Arduino Disponível em: <<https://fabiocosta.net/arduino/historia-do-arduino/>> . Acesso em 18 de abril de 2022.

EMERICK, L. B. B. R., et al. Guia prático de metodologias de aprendizagem ativa para o ensino superior / Ludmila B. B. R. Emerick, Roberta M. Nogueira, Fabiana A. da Silva. 1ª edição. Cuiabá-MT: Fundação Uniselva, 2022.

EVANS, M; NOBLE, Joshua; HACHENBAUM, Jordan. Arduino: Em ação. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2013. 423 p.

FINKENZELLER, K. RFID handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near-field communication. John Wiley & Sons, 2010.

HANDSON, Handsonotec. RC522 - Datasheet. Disponível em: <<http://www.handsontec.com/dataspecs/RC522.pdf>> Acesso em 18 de abril 2022.

HARDOIM, E. L.; HARDOIM, T. F. L., NAKAMURA, C.R.; HARDOIM, A. H. L. Educação científica inclusiva: Experiências interdisciplinares possíveis para o ensino de Biologia e Ciências Naturais empregando o método STEAM. Latin American Journal of Science Education, 6, 2019.

INTERSIL. SPI Protocol and Bus Configuration of Multiple DCPs: Application Note. Intersil Americas Inc., 2007.

MACHADO, E. S. GIROTTO JUNIOR, G. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. Scientia Naturalis, v. 1, n. 2, p. 43-57, 2019. Disponível em: <http://revistas.ufac.br/revista/index.php/SciNat>. Acesso em 29 de abril de 2022.

MCCRINDLE, M. Generation *Alpha*: Mark Mccrindle Q & A With The New YorkTimes. The McCrindle Blog, 2015. Disponível em: <<http://mccrindle.com.au/the-mccrindle-blog/tag/youth/>>. Acesso em 10 de maio de 2022.

MCROBERTS, M. Arduino básico / Michael McRoberts ; [tradução Rafael Zanolli]. -- São Paulo : Novatec Editora, 2011.

NXP <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>

PASQUAL JÚNIOR, P. A. Pensamento computacional e formação de professores: uma análise a partir da plataforma Code.org. 2018. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/handle/11338/4155>>. Acesso em 30 de abril de 2022.

PEREIRA, C. A. Utilização do jogo “Divisão em Trilha” na aprendizagem de conceitos de divisão: um estudo. 2021. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ir00595a&AN=riut.1.2489&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>. Acesso em 5 de abril de 2022.

PORTES, W.A.O. Utilização de Arduino e eletrônica na automação residencial com acessibilidade a pessoa portadora de deficiência / Wagner Alexandre de Oliveira Portes. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA 2014.

SABINO, J. M. A. Realização de uma ponte *Ethernet-SPI* para comunicação e controle de placas de alta tensão do detetor *TileCal* da experiência ATLAS do LHC. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Física – Universidade de Lisboa). 2017.

SAKIYAMA, R. Z. Desenvolvimento de uma plataforma para monitoramento dos níveis de O₂ disperso de rios componentes de uma microbacia de abastecimento de água usando microcontroladores programáveis. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Maringá, 2019.

SANTANA, S. RFID, Identificação por Radiofrequência. Disponível em http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/sandra_santana/rfid_01.html . Acesso em 5 de maio de 2022.

SCAICO, P. D. et al. Um Relato de Experiências de Estagiários da Licenciatura em Computação com o Ensino de Computação para Crianças. *RENOTE*, v. 10, n. 3, p.12, 2012b.

SOUZA, F. Arduino, primeiros passos. 2013. Disponível em <<https://www.embarcados.com.br/arduino-primeiros-passos/>>. Acesso em 20 de maio de 2022.

SOUZA, F. Criando bibliotecas para Arduino. 2014. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/criando-bibliotecas-para-arduino/>>. Acesso em 22 de maio de 2022.

WRIGHT, D. R. (2005). "Finite State Machines"(PDF). CSC215 Class Notes. David R. Wright website, N. Carolina State Univ. Acesso em 2 de abril de 2022.

ZANETTI, H. A. P.; SOUZA, Ana L. S. de; D'ABREU, João V. V.; BORGES, Marcos A. F. Uso de robótica e jogos digitais como sistema de apoio ao aprendizado. In: JAIE, 2012, Rio de Janeiro. Anais do CBIE. 2012. 142-161. Ebook. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/pie/article/view/2345>>. Acesso em 1 de maio de 2022.

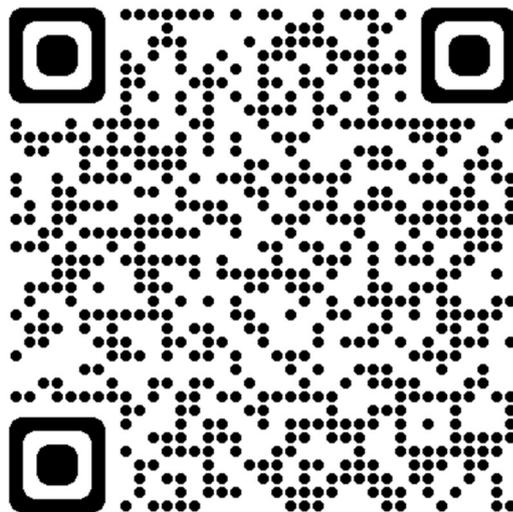
ZILLI, S. R.. A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. E-book.

APÊNDICE A - Código de Programação Desenvolvido

A.1 Repositório

O código de programação desenvolvido neste trabalho, juntamente com todas as bibliotecas externas utilizadas, pode ser acessado no repositório <https://github.com/gustavoklein/tcc2.git>, ou através do QR code da Figura 19:

Figura 19 - QR code de acesso ao repositório



Fonte: Autoria Própria (2022)