



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE RUSSAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

JOÃO IGOR CARNEIRO DE SOUZA

**APLICATIVO ANDROID PARA ENVIO DE MOVIMENTOS SEQUENCIAIS A UM
BRAÇO ROBÓTICO EDUCACIONAL POR COMUNICAÇÃO BLUETOOTH**

RUSSAS

2025

JOÃO IGOR CARNEIRO DE SOUZA

APLICATIVO ANDROID PARA ENVIO DE MOVIMENTOS SEQUENCIAIS A UM BRAÇO
ROBÓTICO EDUCACIONAL POR COMUNICAÇÃO BLUETOOTH

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciência da Computação
do Campus de Russas da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Reuber Regis de
Melo.

RUSSAS

2025

JOÃO IGOR CARNEIRO DE SOUZA

APLICATIVO ANDROID PARA ENVIO DE MOVIMENTOS SEQUENCIAIS A UM BRAÇO
ROBÓTICO EDUCACIONAL POR COMUNICAÇÃO BLUETOOTH

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Graduação em Ciência da Computação
do Campus de Russas da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de bacharel em Ciência da Computação.

Aprovada em: 14/08/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Reuber Regis de Melo (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cenez Araújo De Rezende
Universidade Federal do Ceará(UFC)

Prof. MS. Izamaro De Araújo
Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia
do Ceara (IFCE) - Campus Jaguaribe

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela sua infinita misericórdia e graça da vida.

A minha família, em especial aos meus pais que sempre me impulsionaram nos momentos difíceis e de provação, continuamente fazendo todo o possível para me permitir realizar essa jornada.

Aos meus amigos que sempre compartilhamos momentos felizes e tristes juntos, apoiando sempre uns nos outros, em especial, também, à minha amiga Ylka Layara Almeida Amâncio, que sempre me incentivou a concluir esse empreendimento.

Ao Prof. Dr. Reuber Regis de Melo, pela excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. MS. Izamaro De Araújo e Prof. Dr. Cenez Araújo De Rezende pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao Prof. Dr. Rafael Fernandes Ivo pela paciência com as minhas demandas enquanto coordenador, as conversas e conselhos, sempre exercidas com a característica natural de um educador excelente.

Aos meus professores, do fundamental ao ensino superior, obrigado por compartilhar seus conhecimentos.

Por fim agradeço a todos que contribuíram de forma positiva na minha vida, meu muito obrigado.

"Caminhante, não há caminho, se faz caminho
ao andar" (Antonio Machado - 1939)

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um aplicativo móvel, baseado em Android, para o controle de um braço robótico educacional por meio de comunicação Bluetooth. Diante da crescente demanda por ferramentas tecnológicas aplicadas à educação, a solução proposta visa proporcionar uma experiência interativa e prática para alunos, especialmente em disciplinas como robótica, automação e programação. O aplicativo foi desenvolvido com o framework React Native, possibilitando uma interface intuitiva e compatível com a maioria dos dispositivos móveis. A comunicação com o braço robótico ocorre via módulo Bluetooth HC-05, integrado a um microcontrolador Arduino, responsável por interpretar e executar os comandos enviados. A metodologia adotada baseou-se nos princípios do Scrum, favorecendo um desenvolvimento iterativo com validações contínuas. Os resultados demonstraram que o sistema oferece controle preciso e responsivo do braço robótico, com boa usabilidade. A proposta contribui para a inserção da robótica no contexto educacional de forma acessível e dinâmica. Futuramente, pretende-se ampliar as funcionalidades do aplicativo e sua compatibilidade com outras plataformas.

Palavras-chave: robótica Educacional; Arduino; Bluetooth; aplicativo Android.

ABSTRACT

This paper presents the development of a mobile application for controlling an educational robotic arm via Bluetooth communication, using Android devices. The growing demand for technological tools in education justifies the creation of an interactive solution, allowing students to manipulate the equipment in real time, promoting hands-on learning in subjects such as robotics, automation, and programming. The application was developed based on the React Native framework, enabling an intuitive interface compatible with most mobile devices. Communication between the application and the robotic arm occurs through a Bluetooth module integrated with an Arduino, which interprets and executes commands sent by the user. The project was structured following the Scrum methodology, allowing for iterative and incremental development, with continuous testing and validation cycles. The results demonstrate that the developed application provides precise and efficient control of the robotic arm, with good responsiveness and usability. The presented solution contributes to the integration of robotics into the educational environment, making learning more dynamic and accessible. Improvements may be implemented in the future, such as new features and expanded compatibility with other platforms.

Keywords: Educational Robotics; Arduino; Bluetooth; Android Application

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Partes constituintes de um robô industrial	19
Figura 2 – Sistema Cirúrgico Da Vinci	20
Figura 3 – Imagem do site do projeto do IFCE sobre robótica	22
Figura 4 – Imagem do braço robótico do projeto do IFCE	23
Figura 5 – Diagrama do processo metodológico	27
Figura 6 – Requisitos funcionais	28
Figura 7 – Requisitos Não funcionais	29
Figura 8 – Foto do Módulo Bluetooth	31
Figura 9 – Diagrama de Casos de Uso	32
Figura 10 – Diagrama de Casos de Uso Arduino	33
Figura 11 – Caso de teste 01	34
Figura 12 – Caso de teste 02	34
Figura 13 – Caso de teste 03	35
Figura 14 – Caso de teste 04	35
Figura 15 – Casos de Testes validados	36
Figura 16 – Foto da Tela Inicial	38
Figura 17 – Foto da tela inicial com o login Realizado	39
Figura 18 – Foto da Tela de Escanear os dispositivos próximoss	40
Figura 19 – Foto da Tela de Adição de novas Sequências	41
Figura 20 – Foto da Tela de envio do tempo de intervalo entre as sequências	42
Figura 21 – Foto da Tela de gerenciamento das sequências	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadro para comparação de trabalhos.	26
Tabela 2 – Quadro para mostrar o cronograma.	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Motivação	14
1.2	Objetivos	15
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	15
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	15
1.2.2.1	<i>Organização do Trabalho</i>	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Robótica	17
2.1.1	<i>Cenário Atual e Aplicações da Robótica</i>	17
2.2	Braço Robótico	18
2.2.1	<i>Indústria Automotiva</i>	18
2.2.2	<i>Indústria Médica</i>	18
2.3	Arduino	19
2.4	Aplicações Moveis	21
2.5	IFCE	21
2.6	React.JS	22
3	TRABALHOS RELACIONADOS	24
3.1	Robótica Educacional	24
3.2	Robótica Educacional Nas areas STEM	24
3.3	Robótica Educacional intervindo na motivação aos estudantes	25
3.4	Braço robótico controlado via Smartphone android	25
3.5	A Robótica como instrumento de ensino nas Escolas Publicas	25
3.6	Unidade Rrobótica Móvel Com Arduino Controlada Por Uma Aplicação Android Via Bluetooth	26
4	METODOLOGIA	27
4.1	Inicio do projeto	27
4.2	Levantamento de Requisitos	27
4.2.1	<i>Requisitos Funcionais</i>	28
4.2.2	<i>Requisitos Não Funcionais</i>	29
4.3	Montagem do Braço Mecânico	30

4.4	Desenvolvimento do aplicativo para Android	30
4.5	Desenvolvimento do software embarcado no Arduino	32
4.6	Testes e Validação	32
4.6.1	<i>Tabela de Testes</i>	34
4.7	Validação	36
4.8	Cronograma	36
5	RESULTADOS	37
5.1	Aplicação desenvolvida	37
5.2	Tela de Login	38
5.3	Tela de Login Realizado	39
5.4	Tela de escanear os dispositivos próximos	40
5.5	Tela de adicionar as sequências	41
5.6	Tela de Selecionar o tempo de intervalo entre as sequências	42
5.7	Tela de Gerenciamento das sequências para envio	43
5.8	Conclusão	44
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A robótica tem desempenhado um papel essencial no avanço tecnológico, impactando diversas áreas, incluindo a educação. Embora a ideia de máquinas autônomas remonte a séculos, foi na segunda metade do século XX que os primeiros robôs programáveis começaram a ser utilizados em larga escala. Em 1961, George Devol e Joseph Engelberger lançaram o Unimate, o primeiro robô industrial instalado em uma linha de montagem da General Motors, inaugurando a era da automação industrial Mataric (2014).

Além da indústria, o potencial da robótica na educação tem sido amplamente estudado. Pesquisas indicam que o uso de robôs como ferramentas pedagógicas auxilia no ensino de conceitos científicos e na resolução de problemas. Romero *et al.* (2014) destacam que robôs, acompanhados de manuais e atividades estruturadas, podem fortalecer a conexão entre a teoria e a prática no aprendizado. O desenvolvimento do pensamento algorítmico e de competências em tecnologia da informação tem sido uma abordagem crescente na educação, como demonstrado pelo uso do método LEGO em escolas lituanas desde 2002 (Kubli). O LEGO, por exemplo, não apenas desperta o interesse dos alunos, mas também promove o aprendizado prático e investigativo, permitindo que os estudantes experimentem conceitos físicos e validem seus próprios resultados.

No Brasil, a robótica educacional começou a ser explorada academicamente na década de 1980. Na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), o Núcleo de Informática Aplicada à Educação (Nied) foi pioneiro no uso do LEGO para fins didáticos. Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) (1983). Da mesma forma, o Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) promoveu pesquisas aplicadas ao ensino com a linguagem Logo, difundindo o Lego-Logo no contexto educacional. Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) - UFRGS (1982). Seguindo essa linha de pesquisa, o Instituto Federal do Ceará (IFCE) desenvolveu um projeto voltado à disseminação do ensino de robótica, utilizando ferramentas de programação abertas e materiais de baixo custo. O foco desse projeto está na educação fundamental e média, oferecendo recursos como um e-book educativo, um robô modular para aulas práticas e videoaulas para alunos e instrutores. Essa iniciativa visa ampliar o acesso ao conhecimento em robótica, proporcionando aos estudantes uma experiência mais envolvente e prática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) (2024).

1.1 Motivação

A educação é um dos pilares do desenvolvimento de nações, com impacto direto na economia, saúde e qualidade de vida. No entanto, o desempenho dos estudantes brasileiros continua abaixo da média internacional, como revelam os dados mais recentes do *Programme for International Student Assessment* (PISA).

Nos últimos anos, a pontuação média do Brasil permanece estável, mas ainda abaixo do padrão internacional: 379 em Matemática, 410 em Leitura e 403 em Ciências — todas abaixo das médias da OCDE Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2023), Ministério da Educação (Brasil) (2023). Além disso, 73% dos alunos brasileiros obtiveram desempenho inferior ao nível 2 em Matemática — considerado o mínimo necessário para a cidadania plena — e apenas 1% alcançou os níveis mais elevados (nível 5 ou superior) Ministério da Educação (Brasil) (2023).

Essa realidade destaca uma necessidade urgente de intervenções pedagógicas eficazes. Nesse cenário, iniciativas que promovem o ensino prático, interdisciplinar e motivador — como a robótica educacional — tornam-se ainda mais essenciais. A robótica pode fortalecer o pensamento lógico, a resolução de problemas e o interesse por áreas como programação, automação e tecnologia. Um exemplo relevante na região do Vale do Jaguaribe é o projeto de robótica educacional do Instituto Federal do Ceará (IFCE), desenvolvido nos campi de Limoeiro do Norte, Jaguaribe e Tabuleiro do Norte. O projeto utiliza modelos mecânicos, eletroeletrônicos e programação baseados em softwares de uso livre, com todo o material produzido pela própria equipe. Ele oferece gratuitamente um robô modular para atividades práticas, projetado para ser fabricado em impressoras 3D, além de recursos como e-books e videoaulas.

Apesar dos avanços, o projeto não contempla, até o momento, a possibilidade de controle remoto do braço robótico — funcionalidade presente em kits comerciais, como o LEGO. Essa limitação abre espaço para melhorias, especialmente no sentido de integrar tecnologias móveis que ampliem a interatividade e a acessibilidade do sistema.

Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos Android capaz de enviar sequências de movimentos pré-programados ao braço robótico do kit de robótica do IFCE por meio de comunicação Bluetooth. A solução busca tornar as atividades mais dinâmicas, ampliar as possibilidades de aplicação em sala de aula e potencializar o aprendizado prático dos conceitos de robótica e programação.

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo Geral*

Desenvolver um aplicativo móvel para o sistema Android que permita o envio de sequências de movimentos pré-definidas ao braço robótico do kit de robótica educacional do IFCE, utilizando comunicação via Bluetooth.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Realizar o levantamento de requisitos funcionais e não funcionais do sistema, considerando as características do kit de robótica educacional do IFCE;
- Definir a arquitetura do aplicativo, especificando as tecnologias e ferramentas utilizadas no desenvolvimento mobile e na comunicação Bluetooth com o Arduino;
- Implementar o software embarcado no Arduino, responsável por interpretar os comandos recebidos via módulo Bluetooth e acionar as articulações do braço robótico;
- Desenvolver o aplicativo para Android, utilizando o *framework React Native* e integrando as funcionalidades necessárias para controle das articulações e envio de sequências de movimentos;
- Integrar e validar a comunicação entre o aplicativo e o braço robótico, garantindo precisão e tempo de resposta adequados;
- Executar testes funcionais e de usabilidade, analisando o desempenho do sistema e registrando eventuais melhorias.

1.2.2.1 *Organização do Trabalho*

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, organizados da seguinte forma:

- **Capítulo 1 – Introdução:** apresenta o contexto e a motivação do estudo, os objetivos geral e específicos, bem como a organização do documento.
- **Capítulo 2 – Fundamentação Teórica:** aborda conceitos essenciais relacionados à robótica, Arduino, comunicação Bluetooth, desenvolvimento de aplicativos móveis e metodologias de desenvolvimento de software.
- **Capítulo 3 – Trabalhos Relacionados:** descreve e analisa projetos e estudos semelhantes, destacando soluções existentes e suas limitações.

- **Capítulo 4 – Metodologia:** detalha as etapas de desenvolvimento do aplicativo, incluindo levantamento de requisitos, implementação e estratégias de teste e validação.
- **Capítulo 5 – Resultados e Conclusão:** apresenta os resultados obtidos, discute a eficácia da solução proposta e sugere melhorias e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta conceitos essenciais para a compreensão e o desenvolvimento do projeto, abordando definições de robótica, seus principais componentes, aplicações específicas como o braço robótico, além de informações sobre Arduino, aplicativos móveis, o projeto de robótica educacional do IFCE e a biblioteca React.

2.1 Robótica

No passado, os robôs eram definidos como dispositivos mecânicos capazes de operar sem intervenção humana. Com o avanço das pesquisas, esse conceito foi aprimorado para uma definição mais técnica: robô é um sistema autônomo, capaz de atuar em um ambiente e percebê-lo por meio de sensores, tomando decisões para atingir objetivos específicos Mataric (2014).

Para existir, um robô precisa de corporalidade, ou seja, uma estrutura física que interaja com o mundo exterior e seja regida pelas mesmas leis físicas aplicáveis aos seres humanos, como a impossibilidade de ocupar dois lugares ao mesmo tempo e a necessidade de uma fonte de energia Romero *et al.* (2014).

Entre os elementos fundamentais de um robô estão:

- Sensores: permitem a percepção do ambiente externo (estado externo) e do próprio robô (estado interno), possibilitando a interação de acordo com o objetivo a ser alcançado.
- Atuadores ou efetadores: equivalentes aos músculos e membros em sistemas biológicos, responsáveis por locomoção e manipulação.
- Controladores: *hardware* ou *software* que processa as informações sensoriais e decide as ações a serem executadas, conferindo autonomia parcial ou total ao robô.

2.1.1 Cenário Atual e Aplicações da Robótica

A robótica tem experimentado um crescimento expressivo nas últimas décadas, impulsionado por avanços tecnológicos e pela ampliação de investimentos em diferentes setores. Estima-se que o mercado global alcance US\$ 100,6 bilhões até 2025, com taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 12,17% até 2030, impulsionado por aplicações nas áreas industrial, médica, logística e de serviços StartUs Insights (2025).

Além do impacto econômico e tecnológico, a robótica vem se consolidando como

uma ferramenta pedagógica relevante. Revisões sistemáticas apontam que o uso de robôs no ensino contribui para o engajamento dos alunos, estimula o interesse por áreas STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) e favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais Benitti (2012). Estudos recentes indicam que a robótica pode ser introduzida já na educação infantil para promover pensamento computacional, criatividade e resolução de problemas, fortalecendo a conexão entre teoria e prática Bers *et al.* (2022).

2.2 Braço Robótico

Um braço robótico é um dispositivo atuador de manipulação que, por meio de motores, realiza movimentos semelhantes aos do braço humano Mataric (2014).

2.2.1 Indústria Automotiva

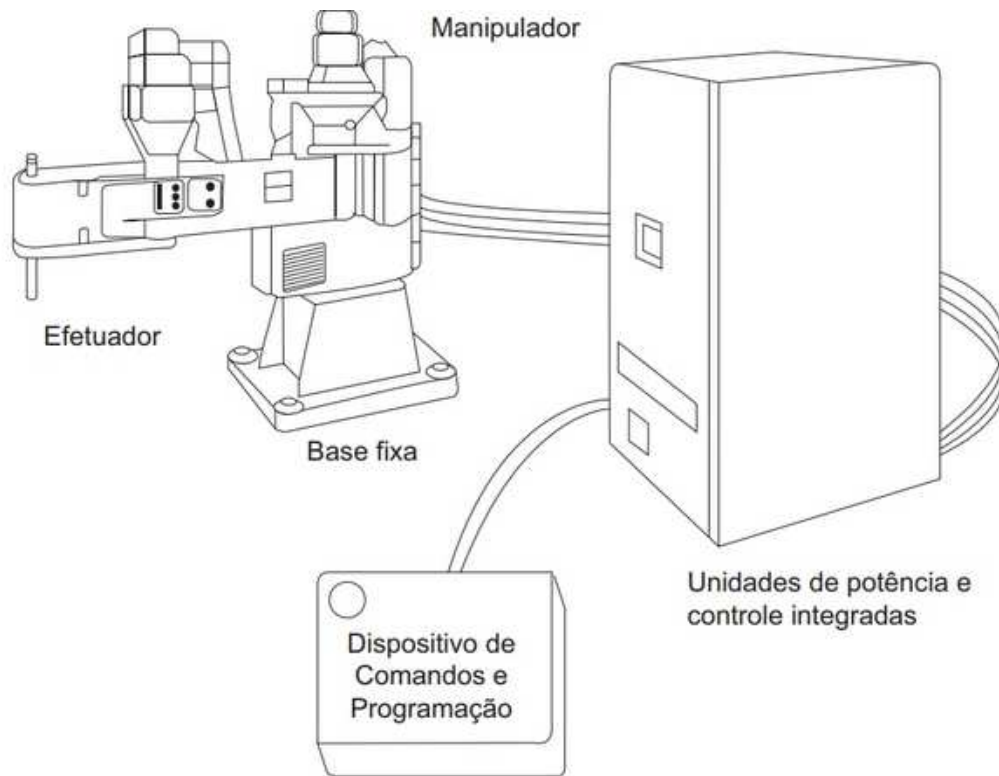
Na indústria automotiva, braços robóticos aumentam a velocidade e a precisão da produção. Apesar de sua participação nas novas instalações globais ter caído de 34% (2016) para cerca de 23% em 2021, o setor automotivo ainda representa uma das maiores fatias do mercado de robótica industrial no mundo juntamente com a indústria de eletroeletrônico International Federation of Robotics (2022). Em nível global, ele corresponde a aproximadamente 29% de todos os robôs industriais em operação World Intellectual Property Organization (2024). Estudos apontam que a incorporação dessas tecnologias eleva a produtividade, melhora a qualidade e sustentabilidade dos processos Mohammed *et al.* (2024), além de permitir reduções de até 13% nos custos e aceleração de até 2,3× nos tempos de execução Ullah *et al.* (2022).

Compostos basicamente de 6 partes fundamentais, os braços mecânicos industriais são divididos geralmente em: Uma base fixa, um braço articulado, um efetuador final, uma unidade de controle, um dispositivo de programação e uma fonte de energia. Esses manipuladores mecânicos simulam o braço, antebraço, punho e mão de uma pessoa sendo capaz de agarrar objetos ou outros tipos de manipulações (Santos;Gorgolho Júnior, 2015). A Figura 1 ilustra as partes fundamentais de um braço mecânico industrial.

2.2.2 Indústria Médica

Na medicina, braços robóticos como o Sistema Cirúrgico Da Vinci (Ver Figura 2) aumentam a precisão dos procedimentos em até 90%, com redução de 25% nas complicações

Figura 1 – Partes constituintes de um robô industrial



Fonte: (Santos;Gorgolho Júnior, 2015)

em operações como a prostatectomia Olanrewaju *et al.* (2013). Além disso, o uso de robôs na fabricação de dispositivos médicos cresceu 15% em 2022, garantindo maior qualidade e reduzindo erros em até 40%.

De forma mais ampla, independentemente do setor de aplicação, os braços robóticos também contribuem para a melhoria das condições de trabalho. A automação pode reduzir em até 60% os acidentes em setores de alto risco, ao assumir tarefas perigosas ou insalubres Mataric (2014).

2.3 Arduino

O Arduino nasceu na Itália, no Interaction Design Institute Ivrea (IDII), em uma pós-graduação de design de interação focada em como as pessoas interagem com produtos, sistemas e ambientes digitais, e como eles, por sua vez, nos influenciam. Em 2005, o projeto Arduino começou em resposta à necessidade de dispositivos acessíveis e fáceis de usar para os estudantes de design de interação utilizarem em seus projetos. O projeto Arduino baseou-se em muitas das experiências do Wiring e do Processing, sendo uma influência indiscutível do Processing, a interface gráfica do usuário (GUI) no software Warren *et al.* (2019).

Figura 2 – Sistema Cirúrgico Da Vinci



Fonte: Intuitive Surgical, Inc. (2025)

A mobilidade pode ser definida como a capacidade de poder se deslocar ou ser deslocado de forma fácil em computação móvel, mobilidade se refere ao uso de dispositivos portáteis que oferecem a capacidade de realizar, com facilidade, um conjunto de funções de aplicação, como conexão, obtenção e fornecimento de dados a outros usuários e uso de aplicações e sistemas TEIXEIRA *et al.* (2024).

O desenvolvimento mobile se distingue por seu objetivo primordial de criar aplicativos que proporcionem uma experiência otimizada e intuitiva em plataformas móveis. Com a proliferação dos smartphones e tablets, o desenvolvimento mobile tornou-se uma área vital

para empresas e desenvolvedores, visto que esses dispositivos estão amplamente integrados às atividades diárias das pessoas. Segundo o relatório da Statista, mais de 3,8 bilhões de pessoas no mundo usam smartphones, o que sublinha a importância de criar aplicativos que possam melhorar a eficiência, a comunicação e o entretenimento dos usuários Warren *et al.* (2019).

Desta forma é possível inferir que a importância e os limites educativos de uma solução móvel para a problemática deste trabalho são relevantes, dado o leque de possibilidades de tipos de projetos de desenvolvimento mobile combinado com a variedade de usuários de smartphones hoje em dia.

2.4 Aplicações Moveis

As aplicações móveis, também chamadas de aplicativos ou apps, são softwares desenvolvidos para operar em dispositivos móveis, como smartphones e tablets. Elas desempenham diversas funções, desde comunicação e entretenimento até automação e controle de sistemas embarcados. Segundo Serrano e Sarrab (2015), "as aplicações móveis são programas projetados para executar em dispositivos portáteis, otimizados para interfaces de toque e conectividade sem fio, permitindo a interação do usuário com diferentes serviços e sistemas".

A popularização dos aplicativos móveis ocorreu com o avanço da tecnologia dos smartphones e a criação de lojas virtuais de distribuição de software, como a Google Play Store e a Apple App Store. "o crescimento do mercado de aplicações móveis foi impulsionado pela acessibilidade dos dispositivos móveis e pela evolução das redes de comunicação, que proporcionam uma experiência dinâmica e interativa". Alencar *et al.* (2018)

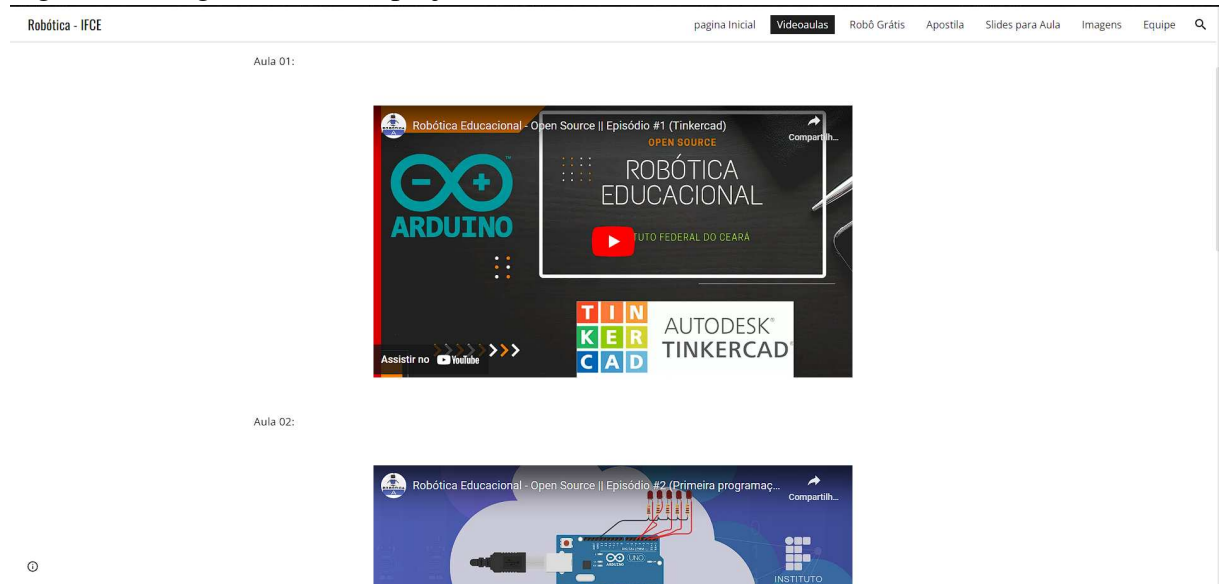
Os aplicativos podem ser categorizados em três principais tipos: nativos, que são desenvolvidos para um sistema operacional específico, como Android ou iOS; web apps, que funcionam por meio de navegadores sem a necessidade de instalação; e aplicativos híbridos, que combinam elementos dos dois anteriores, sendo desenvolvidos com tecnologias web, mas podendo ser instalados nos dispositivos. Alencar *et al.* (2018)

2.5 IFCE

Oficialmente criado para democratizar o acesso a informação sobre robótica, levando até instituições do ensino médio e fundamental, ou qualquer indivíduo com interesse nessa área em específico, através de um conjunto de ferramentas de baixo custo e/ou abertos para utilização

gratuita, o projeto do IFCE dos campi de Limoeiro do Norte, Jaguaribe e Tabuleiro do Norte consiste em uma plataforma online de ensino composta de um robô de baixo custo e sistemas abertos de programação.

Figura 3 – Imagem do site do projeto do IFCE sobre robótica



Fonte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) (2024)

Contando com um ebook que serve como guia e um robô modular, que é utilizado nas atividades práticas, o projeto desenvolve práticas por meio de videoaulas para alunos e instrutores.

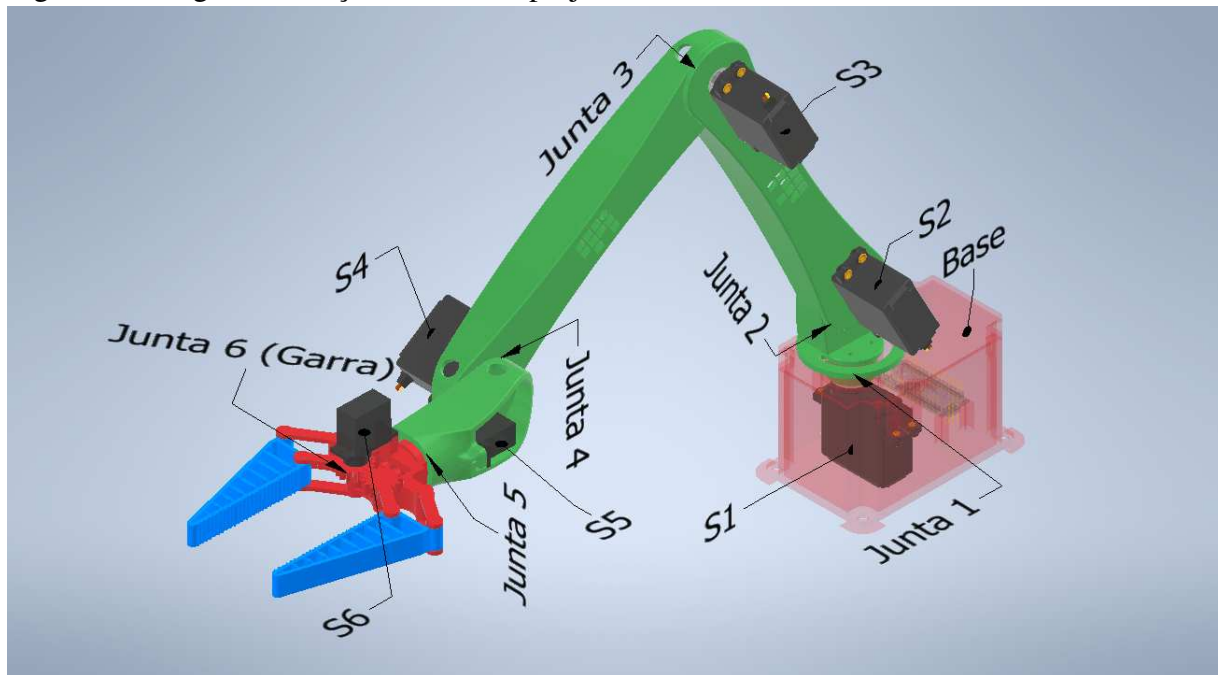
Todo o material produzido em aulas está disponibilizado de forma totalmente gratuita e aberta, para quaisquer interessados na prospecção de difundir o estudo da robótica educacional.

2.6 React.JS

React é uma biblioteca JavaScript que se baseia no conceito de componentização. Isso significa que a interface do usuário é dividida em componentes reutilizáveis, cada um responsável por uma parte específica da UI. Para um aplicativo de controle de braço robótico, isso permite criar componentes separados para diferentes partes do controle, como botões para movimentação, sliders para ajustes de ângulo e displays para feedback do estado do braço robótico Lau *et al.* (2020).

A interação com um braço robótico geralmente requer atualizações em tempo real, seja para enviar comandos ao hardware ou para exibir informações atualizadas sobre o estado

Figura 4 – Imagem do braço robótico do projeto do IFCE



Fonte: Adaptado de Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) (2024)

do robô. React é conhecido por sua eficiência na atualização da UI. A biblioteca utiliza um conceito chamado Virtual DOM, que permite que o React atualize apenas as partes da interface que realmente mudaram, sem a necessidade de renderizar toda a página novamente. Isso resulta em uma experiência de usuário mais fluida e responsiva, essencial para o controle preciso e eficiente de um braço robótico Lau *et al.* (2020).

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção estão os trabalhos relacionados que encontrei, mediante pesquisa buscando conhecimento afim de melhorar e enriquecer o conteúdo aqui apresentado.

3.1 Robótica Educacional

Gubenko *et al.* (2021) Buscou mostrar que o processo criativo a partir da perspectiva da informação e do processamento cognitivo, propondo que a ciência da computação e a psicologia cognitiva gerassem a construção de uma linguagem compartilhada entre psicólogos e engenheiros da computação. Conforme indicado em sua análise, as investigações sobre criatividade no campo da psicologia reuniram um extenso conjunto de dados empíricos e fundamentos teóricos acerca da criatividade humana. Esse conhecimento pode ser aplicado para avaliar os benefícios do design e da programação de robôs no estímulo à criatividade dos estudantes.

3.2 Robótica Educacional Nas areas STEM

Budiyanto *et al.* (2022) investiga o desenvolvimento do Pensamento Computacional (CT) por meio de atividades práticas com robótica educacional no ensino de STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), focando em estudantes de licenciatura. Utilizando a plataforma Lego Mindstorms EV3, o estudo qualitativo com oito participantes demonstrou que a robótica educacional promove a aprendizagem ativa, integrando os princípios do CT (abstração, generalização, algoritmos, modularidade e decomposição) às fases de aprendizagem de STEM (engajamento, exploração, explicação, elaboração e avaliação). A robótica mostrou-se eficaz na construção de conhecimento por meio da manipulação de objetos físicos e na resolução de problemas práticos, além de facilitar a scaffolding (andaimagem) do aprendizado, permitindo o desenvolvimento gradual de habilidades cognitivas.

Além disso, a pesquisa destacou que a robótica educacional conecta experiências prévias dos alunos com novos conceitos, promovendo um entendimento mais profundo e significativo. A robótica não apenas melhora habilidades técnicas, mas também estimula o interesse em áreas relacionadas a STEM, contribuindo para o desenvolvimento de competências essenciais no século XXI, como resolução de problemas e colaboração. O estudo reforça a importância da robótica como uma ferramenta pedagógica inovadora, capaz de integrar CT e STEM de forma

eficaz, especialmente na formação de professores, abrindo caminho para futuras investigações sobre seu impacto longitudinal no desenvolvimento cognitivo e atitudinal.

3.3 Robótica Educacional intervindo na motivação aos estudantes

No estudo seguinte, Lancheros-Cuesta e Fabregat (2022) busca mostrar como a robótica educacional tem ganhado espaço nas salas de aula nos últimos anos, contribuindo para o desenvolvimento de diversas competências em diferentes níveis de ensino. O artigo realiza uma revisão sistemática para identificar e compreender os métodos de avaliação das habilidades e conhecimentos promovidos pelo uso pedagógico de robôs. A análise dos estudos revisados mostra que a robótica pode ser aplicada em todos os níveis educacionais, desde a educação infantil até o ensino superior em engenharia. Robôs como os da Lego são mais comuns no desenvolvimento de habilidades matemáticas e em programas STEM. Além disso, dado o uso frequente da robótica educativa com alunos com necessidades especiais, é relevante investigar como o UDL (Universal Design Learning) pode otimizar essa prática.

3.4 Braço robótico controlado via Smartphone android

Almeida *et al.* (2022) trata da criação de um protótipo de braço robótico articulado, controlado remotamente via Bluetooth por um smartphone Android. A tecnologia utilizada inclui componentes como o Arduino UNO R3, servomotores Tower Pro SG90 e o módulo Bluetooth HC-05. O objetivo foi demonstrar, de maneira simplificada, como a robótica pode ser aplicada utilizando materiais acessíveis e de fácil obtenção.

O estudo conclui que a combinação de hardware acessível e software simples pode permitir a criação de projetos robóticos funcionais, proporcionando aprendizado e aplicações práticas da robótica na academia.

3.5 A Robótica como instrumento de ensino nas Escolas Publicas

Neto *et al.* (2016) aborda um projeto educacional que visa o desenvolvimento de um kit de robótica para ensino em escolas públicas, utilizando as plataformas Arduino e Android. O robô criado, chamado Ziroba, simula um carro de resgate de vítimas e foi projetado para ser de baixo custo, com componentes acessíveis. O controle do robô é feito via Bluetooth, usando um aplicativo desenvolvido no App Inventor do MIT.

O projeto demonstrou ser eficaz como ferramenta educacional, propondo a continuidade com tutoriais e integrações para outros níveis de ensino.

3.6 Unidade Robótica Móvel Com Arduino Controlada Por Uma Aplicação Android Via Bluetooth

Berno (2014) em seu trabalho de conclusão de curso apresenta o desenvolvimento de uma unidade robótica móvel controlada por um aplicativo Android via Bluetooth. O projeto utiliza a plataforma Arduino para controlar um robô capaz de se mover para frente, para trás e girar. O aplicativo, desenvolvido para dispositivos Android, envia comandos ao robô através de comunicação Bluetooth, controlando os motores que possibilitam a movimentação da unidade.

O trabalho conclui que, com o uso dessas tecnologias, é possível construir soluções robóticas de baixo custo e com potencial de expansão, sendo uma ótima ferramenta didática para o ensino de robótica e automação.

Exemplos de inserção de quadro:

Tabela 1 – Quadro para comparação de trabalhos.

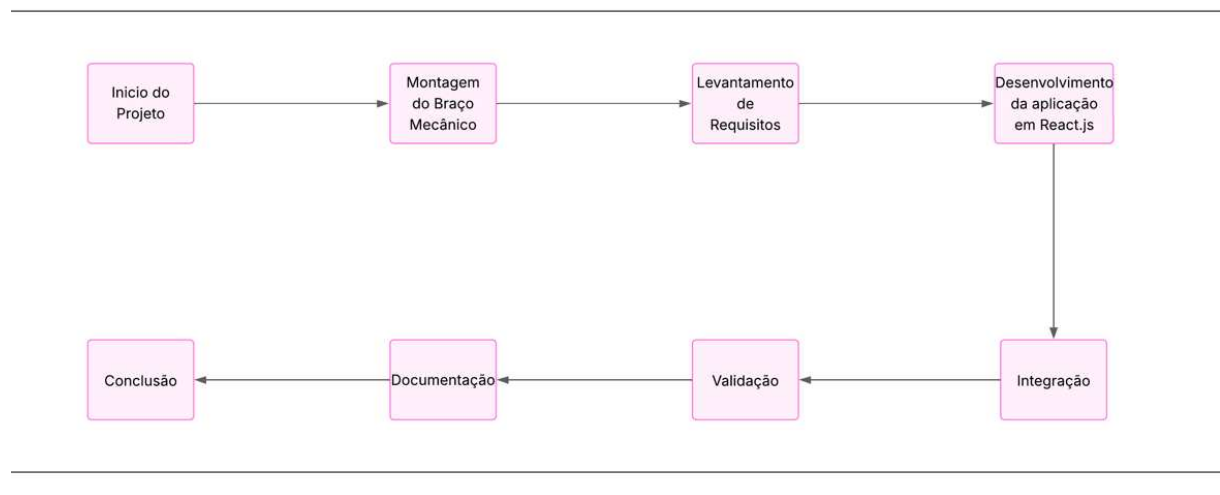
Trabalho	Semelhanças	Diferenças
Gubenko <i>et al.</i> (2021)	Utilização da robótica na educação	Propõe a criação de uma linguagem comum entre psicólogos e cientistas da computação
Budiyanto <i>et al.</i> (2022)	Utilização de práticas com robótica educacional em áreas STEM	Focado em estudantes de licenciatura
Berno (2014)	Unidade de robótica movel que utiliza arduino controlada por uma aplicação android via Bluetooth	O Limitação articular de apenas um eixo cartesiano da unidade movel e sem aplicação educacional
Neto <i>et al.</i> (2016)	Aplicabilidade Educacional e Unidade de robótica movel que utiliza arduino controlada por uma aplicação android via Bluetooth	A unidade robótica movel é limitada a apenas um eixo cartesiano
Almeida <i>et al.</i> (2022)	Unidade Robótica Articulada similar, controlada remotamente via Bluetooth.	Não possui aplicabilidade educacional

Fonte: Elaborada pelo autor.

4 METODOLOGIA

Este projeto pretende desenvolver um aplicativo Android que possibilite controlar via celular um kit didático de robótica do IFCE. Para isso serão seguidos os seguintes passos de acordo com a Figura 3.

Figura 5 – Diagrama do processo metodológico



Fonte: Elaborada pelo autor

4.1 Início do projeto

O início do projeto sdeu-se através do contato com o professor Reuber, buscando um projeto para realizar o trabalho de Conclusão de Curso. Foi mencionado sobre a existência de um braço mecânico e a possibilidade de construir um aplicativo para controle através de um módulo bluetooth.

4.2 Levantamento de Requisitos

Toda a parte da elencação de requisitos funcionais e não funcionais foi fundamentada através da experiência adquirida no curso, no diálogo com professores e conversas com usuários.

4.2.1 Requisitos Funcionais

Os Requisitos funcionais demonstram funcionalidades indispensáveis ao sistema, ou seja, funcionalidades que atendam às necessidades dos usuários. A seguir as funcionalidades que foram definidas.

Figura 6 – Requisitos funcionais

Requisitos Funcionais	Descrição
RF 1	É necessário inserir um login composto por apenas um nome para acessar o aplicativo.
RF 2	É necessário ter o bluetooth ligado para conseguir buscar outros dispositivos e assim pareá-los.
RF 3	É necessário escolher quais articulações e a quantidade de graus que os movimentos serão realizados.
RF 4	A função de sequencia é limitada até 5 movimentos.
RF 5	É necessário concluir pressionando o botão de enviar.

Fonte: Elaborada pelo autor

4.2.2 Requisitos Não Funcionais

Os Requisitos funcionais demonstram funcionalidades indispensáveis ao sistema, ou seja, funcionalidades que atendam às necessidades dos usuários. A seguir as funcionalidades que foram definidas.

Figura 7 – Requisitos Não funcionais

Requisitos Não funcionais	Descrição
RNF 1	O aplicativo deverá ser executado na plataforma android
RNF 2	O aplicativo deverá conter todos os seus textos na linguagem português e inglês, para os casos que não tenha tradução
RNF 3	O aplicativo deverá conter uma linguagem de fácil compreensão e que seja acessível

Fonte: Elaborada pelo autor

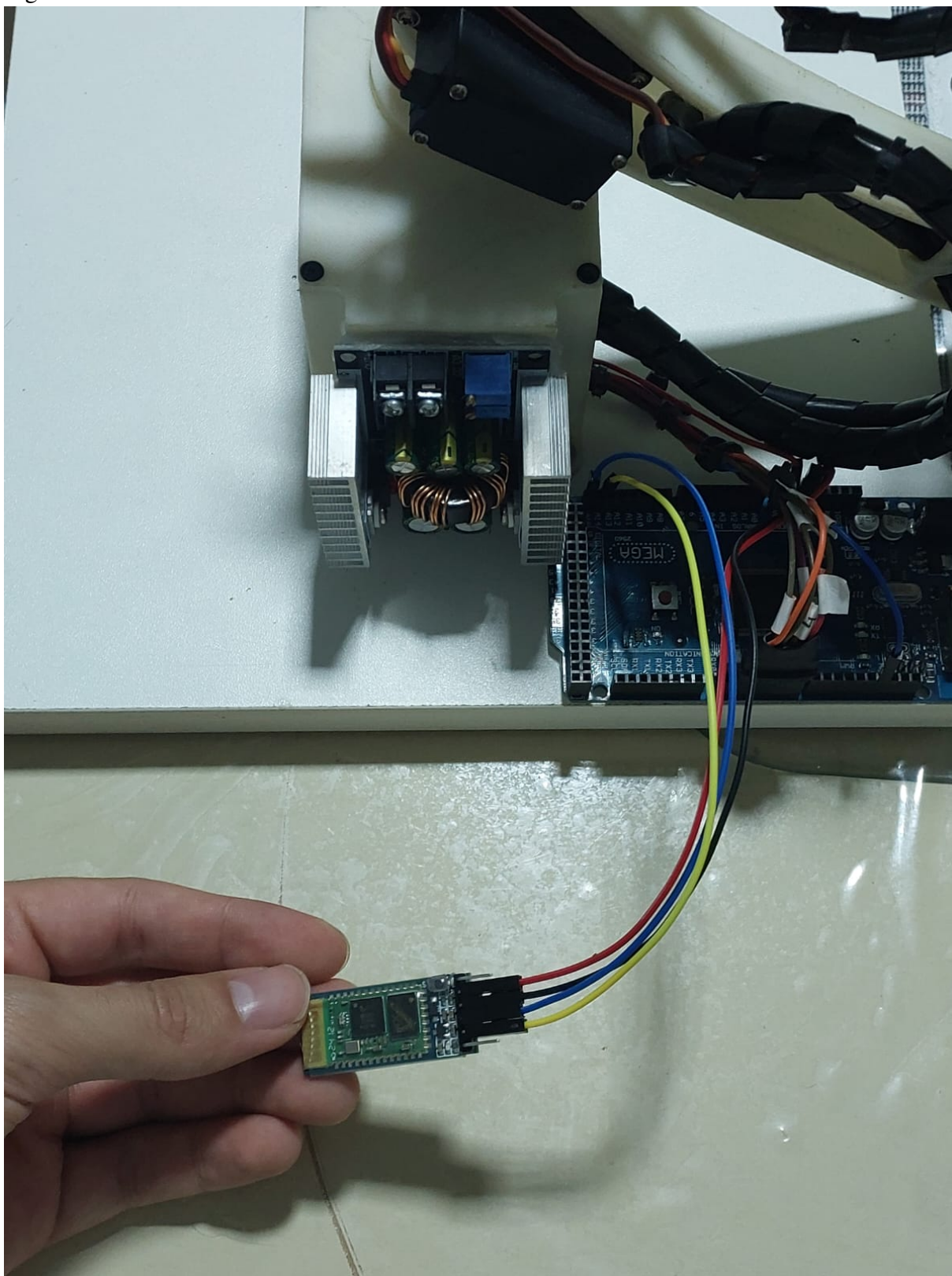
4.3 Montagem do Braço Mecânico

A montagem do braço com o bluetooth foi realizada acoplando o módulo aos pinos corretos da placa do arduino e realizando testes de ligar e desligar a luz que o mesmo possui.

4.4 Desenvolvimento do aplicativo para Android

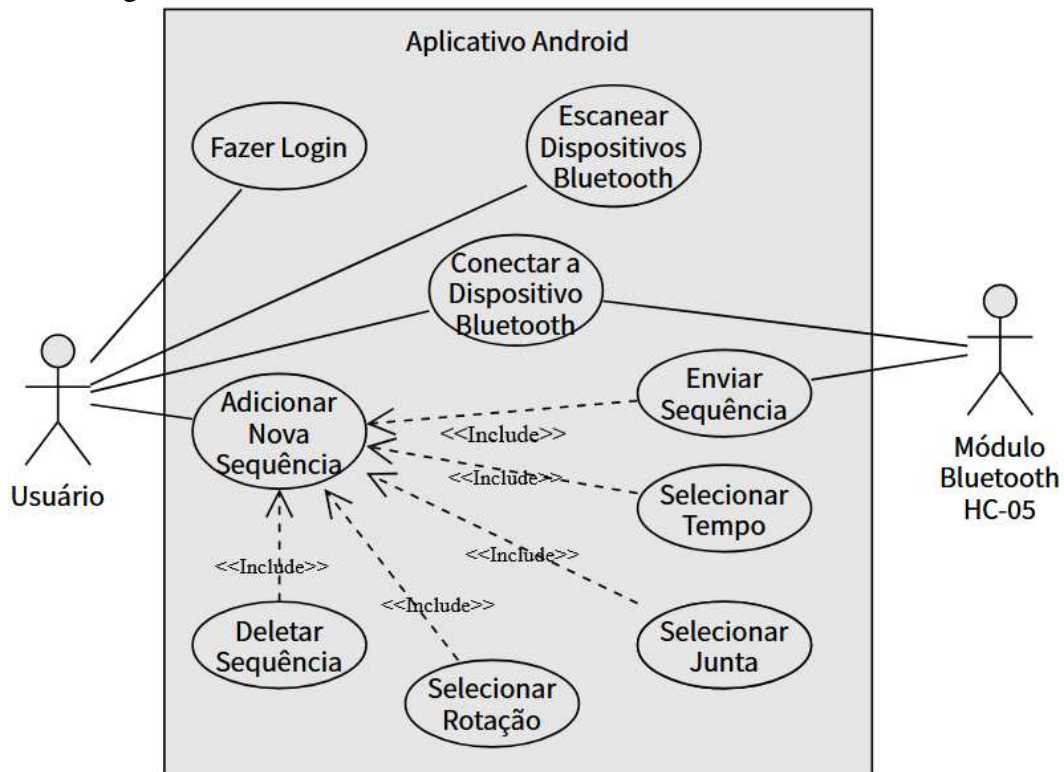
O projeto consiste no desenvolvimento de um aplicativo Android que permite o controle de um braço robótico utilizando a plataforma Arduino e um módulo Bluetooth para comunicação sem fio. O sistema é projetado para ser de baixo custo, acessível e educacional, promovendo o aprendizado em áreas como robótica, automação e programação. O aplicativo será desenvolvido com uma interface simples e intuitiva, permitindo que o usuário controle as diferentes articulações do braço robótico. Após a efetuação do login, a tela seguinte mostrará cada botão que representa uma junta móvel referente ao braço “J1, J2 e J3”. O usuário deve ser capaz de enviar essas sequências junto com o tempo de diferença entre um movimento e outro medido em milissegundos. O projeto será desenvolvido utilizando o framework React Native, na linguagem TypeScript, utilizando a plataforma expo que fornece recursos e simplificações para o desenvolvedor, como por exemplo a facilidade de gerar um apk sem precisar trabalhar com ferramentas nativas complicadas. Abaixo um diagrama de casos de usos.

Figura 8 – Foto do Módulo Bluetooth



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 9 – Diagrama de Casos de Uso



Fonte: Elaborada pelo autor

4.5 Desenvolvimento do software embarcado no Arduino

A arquitetura será dividida em duas partes principais:

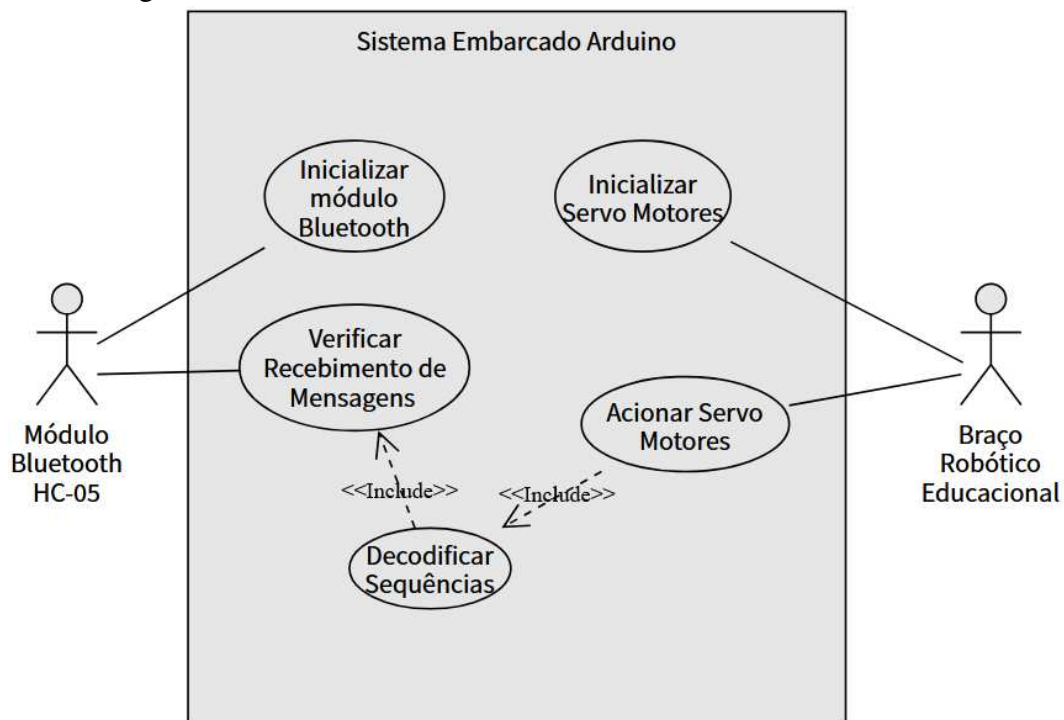
Software Embarcado no Arduino: onde a lógica de controle do hardware reside. Este software é escrito na IDE do Arduino em C/C++, sendo responsável por controlar os pinos de entrada e saída, monitorar sensores e acionar atuadores. Além disso, o Arduino pode se comunicar com um frontend via Bluetooth, Wi-Fi ou uma conexão serial.

Essa arquitetura permite que um sistema embarcado no Arduino seja controlado via aplicativo desenvolvido com React.js. O React lida com o frontend dinâmico, enquanto o Arduino executa a lógica de controle do hardware com o módulo Bluetooth, retirando a necessidade de um backend que teria como objetivo justamente fazer esse controle.

4.6 Testes e Validação

Para garantir a robustez e funcionalidade de um projeto que envolve o desenvolvimento de software embarcado no Arduino com uma interface React.js, é crucial implementar testes e validações para cada componente da arquitetura. Esses testes podem ser divididos em duas partes: Arduino e Frontend (React.js).

Figura 10 – Diagrama de Casos de Uso Arduino



Fonte: Elaborada pelo autor

Para a avaliação e monitoramento do comportamento dos usuários durante a utilização da aplicação desenvolvida, foi empregada a plataforma PostHog, uma ferramenta de análise de produto de código aberto voltada para a observação do uso em tempo real e tomada de decisões com base em dados. O PostHog permite acompanhar interações dos usuários, realizar testes, analisar eventos personalizados e rastrear sessões completas.

Durante o processo de testes, a aplicação foi integrada ao PostHog por meio de sua biblioteca cliente para TypeScript. Foram definidos eventos personalizados que representavam interações-chave, como cliques em botões específicos, checagem de conexão entre módulo bluetooth e dispositivo, e etapas de navegação dentro do sistema.

O Arduino em si não possui um sistema nativo de testes unitários como outras linguagens de alto nível, mas existem algumas abordagens que podemos seguir para garantir que o código funcione corretamente:

Testes Manuais no Arduino ou Teste do LED: é possível testar manualmente o código carregado no Arduino, verificando se o LED acende ou apaga com comandos enviados via Serial ou através de comunicação HTTP ou WebSocket.

Serial Monitor: Usando a ferramenta Serial Monitor da IDE do Arduino, é possível enviar comandos ('1' para ligar o LED e '0' para desligar) e verificar se o LED está respondendo corretamente.

Validação Funcional de Simulação: Testa o comportamento de controle de pinos diretamente no ambiente da IDE do Arduino, observando como os pinos e atuadores respondem ao código carregado.

Análise de Ciclos de Controle: Verifica-se que a leitura dos dados no loop principal funciona adequadamente, garantindo que o Arduino está recebendo e executando os comandos como esperado.

Testes unitários no React.js: Dado a simplicidade do aplicativo, testes unitários devem entregar uma validação rápida e clara. Executando cada pequena parte de código isolada, torna-se possível validar cada uma dessas partes separadas.

4.6.1 Tabela de Testes

Foram criados casos de testes a fim de simular o uso real do aplicativo, de acordo com a ordem de inserir dados, pareamento de dispositivos, criação de sequências e verificação de envio. a seguir os casos de testes estipulados.

Figura 11 – Caso de teste 01

Caso de Teste 01	Login
Descrição	Verificar se o login está funcionando como o esperado, ou seja, comunicar o nome escolhido na tela seguinte
Funcionalidade	RF1
Pré Condição	É necessário o aplicativo está aberto
Passos	Abrir o aplicativo e digitar o seu nome
Resultados Esperados	Exibição da nome digitado na tela seguinte

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 12 – Caso de teste 02

Caso de Teste 02	Verificar pareamento entre dispositivo e modulo utilizando o posthog
Descrição	Verificar se o bluetooth esta pareado com o modulo
Funcionalidade	RF2
Pré Condição	1. É necessário o aplicativo está aberto 2. login ter sido efetuado 3. dispositivos terem sido listados 4. depois abrir o posthog
Passos	1. Abri o app e digitar seu nome 2. conectar a um dispositivo bluetooth 3. abrir o posthog 4. verificar passo a passo
Resultados Esperados	Exibição de conexão realizado com sucesso no posthog

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 13 – Caso de teste 03

Caso de Teste 03	Verificar quais articulações e com quantos graus os movimentos serão realizados
Descrição	Verificar se as informações de numeração de junta e quantidade de graus estão sendo enviadas corretamente
Funcionalidade	RF3
Pré Condição	1. É necessário o aplicativo está aberto 2. login ter sido efetuado 3. dispositivos terem sido listados 4. depois abrir o posthog 5. verificar no terminal se as informações estão sendo enviadas corretamente
Passos	1. Abri o app e digitar seu nome 2. conectar a um dispositivo bluetooth 3. abrir o posthog 4. verificar o terminal do posthog com as informações
Resultados Esperados	Exibição de checagem realizado com sucesso no posthog

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 14 – Caso de teste 04

Caso de Teste 04	Limitação da quantidade de movimentos
Descrição	Verificar se o limite da quantidade de movimento foi obedecido
Funcionalidade	RF4
Pré Condição	1. É necessário o aplicativo está aberto 2. login ter sido efetuado 3. dispositivos terem sido listados 4. depois abrir o posthog 5. verificar no terminal se as informações estão sendo enviadas corretamente
Passos	1. Abri o app e digitar seu nome 2. conectar a um dispositivo bluetooth 3. abrir o posthog 4. verificar o terminal do posthog com as informações
Resultados Esperados	Exibição de checagem realizado com sucesso no posthog

Fonte: Elaborada pelo autor

4.7 Validação

Essa seção detalha a validação de forma simples quais testes foram aceitos e quais foram rejeitados.

Figura 15 – Casos de Testes validados

Numero de Caso	Tipo	Aprovado	Rejeitado
Caso de teste 01	Login		
Caso de teste 02	Checagem de pareamento		
Caso de teste 03	Verificação de movimentos		
Caso de teste 04	Verificação da ordem dos movimentos		

Fonte: Elaborada pelo autor

4.8 Cronograma

Tabela 2 – Quadro para mostrar o cronograma.

Atividade	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
Definição do tema	X									
Pesquisa Sobre o Tema		X	X							
Definição da Criação do Aplicativo				X	X					
Estudo da linguagem para programação						X	X			
Implementação								X	X	
Testes e Validação										X
Conclusão e defesa										X

Fonte: Elaborada pelo autor.

5 RESULTADOS

Esse capítulo descreve os resultados obtidos por meio da execução do processo metodológico do trabalho.

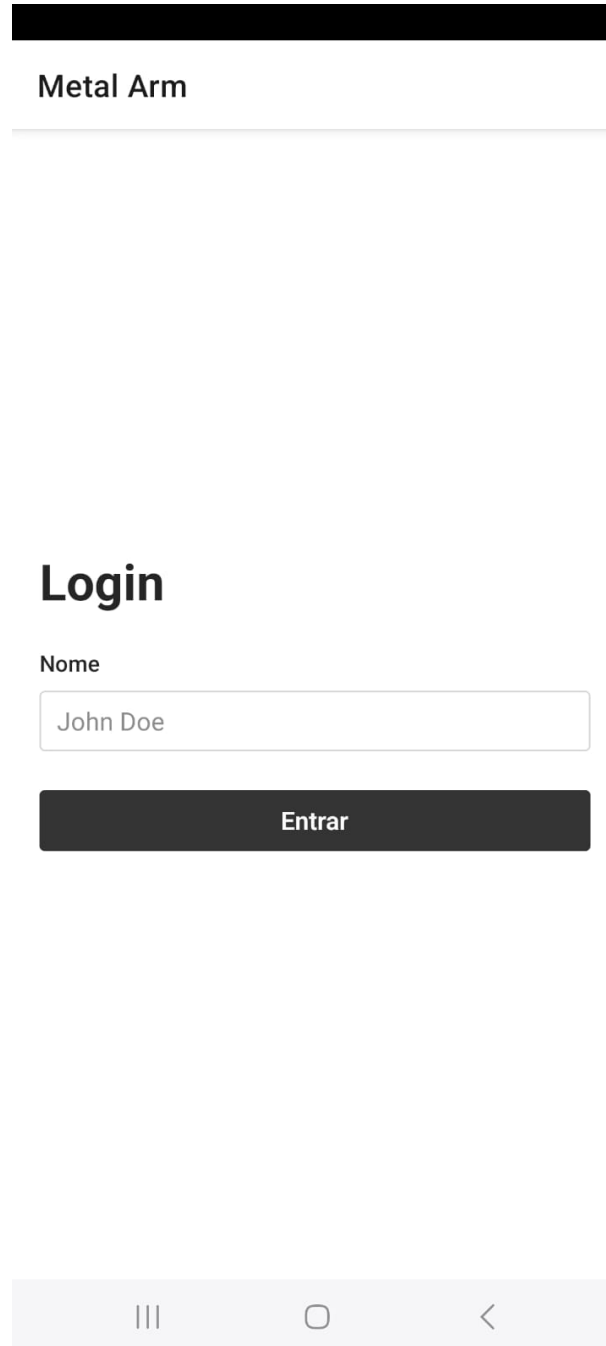
5.1 Aplicação desenvolvida

A presente seção apresenta os principais resultados obtidos com o desenvolvimento do aplicativo móvel para controle de um braço robótico, utilizando comunicação via módulo Bluetooth. A aplicação foi desenvolvida com React Native, utilizando a linguagem TypeScript, com o objetivo de proporcionar uma interface moderna, responsiva e de fácil interação para o controle eficiente do braço mecânico. A escolha dessa tecnologia permitiu compatibilidade com dispositivos Android, além de oferecer agilidade no processo de desenvolvimento e integração com os recursos nativos do dispositivo, como o Bluetooth.

5.2 Tela de Login

A tela de login foi criada para ser intuitiva e simples, necessitando apenas de um nome ou usuário para seguir para a próxima etapa.

Figura 16 – Foto da Tela Inicial



Metal Arm

Login

Nome

Entrar

III ○ <

Fonte: Elaborada pelo autor

5.3 Tela de Login Realizado

A seguir temos a tela com o login realizado, com apenas o nome informado anteriormente e o botão criado para escanear dispositivos.

Figura 17 – Foto da tela inicial com o login Realizado

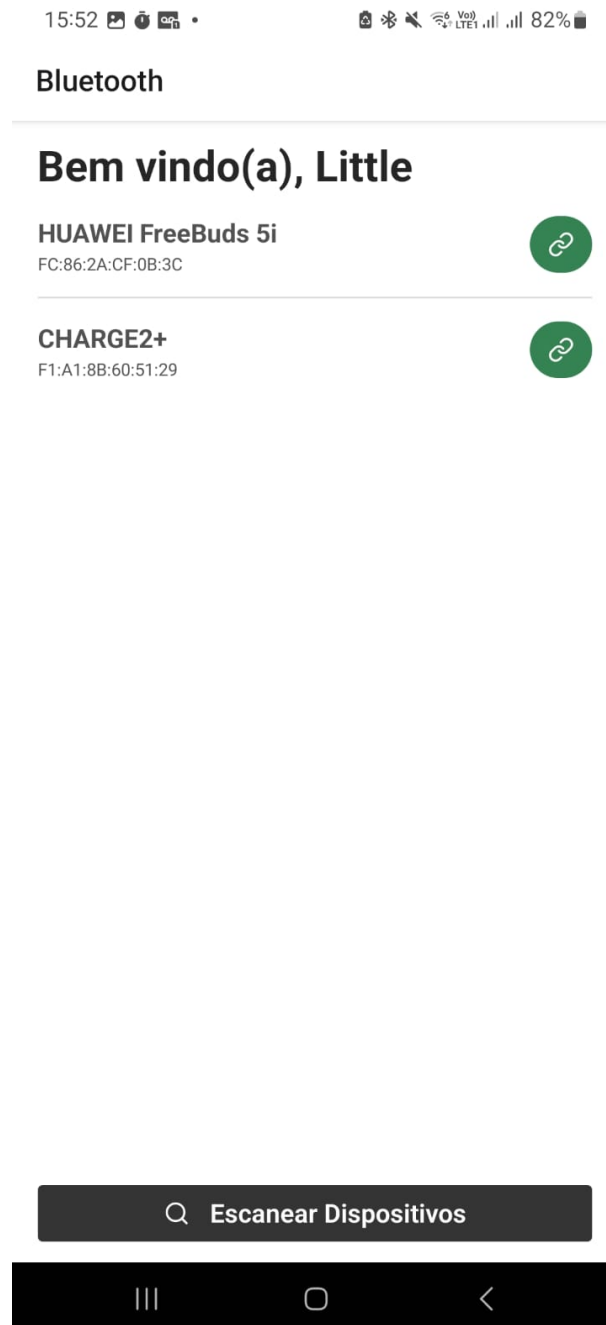


Fonte: Elaborada pelo autor

5.4 Tela de escanear os dispositivos próximos

Abaixo segue a tela com os dispositivos disponíveis para o pareamento.

Figura 18 – Foto da Tela de Escanear os dispositivos próximos



Fonte: Elaborada pelo autor

5.5 Tela de adicionar as sequências

Depois do dispositivo pareado, a tela seguinte deve apresentar um botão que seja capaz de inserir novas sequências

Figura 19 – Foto da Tela de Adição de novas Sequências

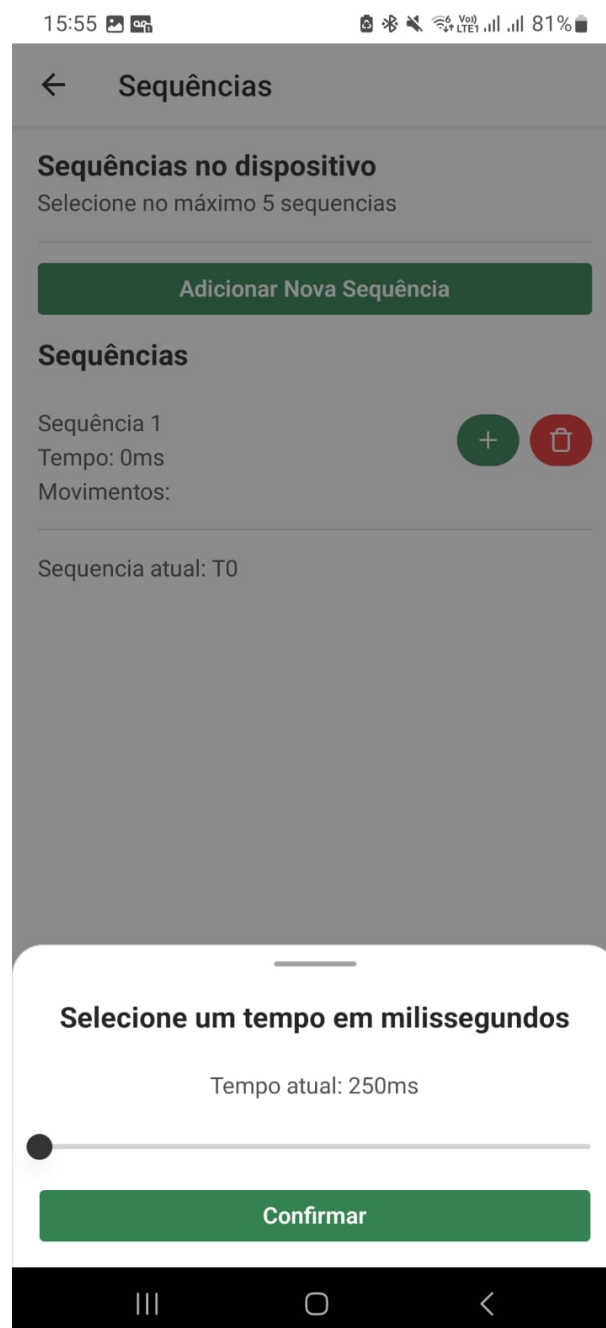


Fonte: Elaborada pelo autor

5.6 Tela de Selecionar o tempo de intervalo entre as sequências

A Tela de seleção do tempo de intervalo entre as sequências, fornece uma forma de separação entre possíveis sequências.

Figura 20 – Foto da Tela de envio do tempo de intervalo entre as sequências



Fonte: Elaborada pelo autor

5.7 Tela de Gerenciamento das sequências para envio

A Tela de Gerenciamento das sequências para envio fornece uma maneira de adicionar e editar movimentos mesmo após o envio, sendo esta a tela final.

Figura 21 – Foto da Tela de gerenciamento das sequências



Fonte: Elaborada pelo autor

5.8 Conclusão

O desenvolvimento do aplicativo móvel para controle de um braço robótico via módulo Bluetooth demonstrou resultados bastante positivos, confirmando a viabilidade e a eficácia da proposta apresentada. A utilização do framework React Native, com linguagem TypeScript, mostrou-se uma escolha inapropriada, apesar de permitir o desenvolvimento de uma aplicação funcional e com interface intuitiva.

Durante os testes, o sistema apresentou um problema com a conexão do dispositivo bluetooth e a aplicação, com envio e recepção de comandos de forma ineficiente, devido a disponibilidade de bibliotecas de conexão bluetooth fornecidas pelo React.js.

Apesar do processo de desenvolvimento ter enfrentado alguns desafios, especialmente relacionados ao aprendizado das tecnologias envolvidas, como React Native e a comunicação Bluetooth em ambiente mobile. Esses obstáculos, apesar de significativos, proporcionaram um aprendizado valioso e contribuíram para o crescimento técnico e pessoal ao longo do trabalho.

Este projeto representa apenas o início de um vasto campo de possibilidades. A criação deste aplicativo abre caminhos promissores para o desenvolvimento de soluções similares que utilizam a robótica como uma ferramenta de apoio ao ensino, promovendo o aprendizado prático e multidisciplinar em áreas como programação, eletrônica e automação. A contínua evolução do projeto pode se desdobrar em diversas frentes de trabalho futuro, aprimorando significativamente a aplicação e expandindo seu escopo. Uma das possibilidades reside no aprimoramento da comunicação Bluetooth, buscando bibliotecas mais eficientes para React Native ou explorando tecnologias alternativas como Wi-Fi Direct ou BLE, visando uma conexão mais estável e uma troca de comandos mais rápida e confiável. Outro caminho promissor é a expansão da funcionalidade do aplicativo, incorporando novos modos de controle, como voz e gestos, e a capacidade de programar sequências complexas de movimentos. A integração de telemetria e feedback visual em tempo real também enriqueceria a experiência do usuário. Adicionalmente, a adaptabilidade do aplicativo a outros modelos de robôs, incluindo robôs móveis e drones, demonstraria a versatilidade da abordagem empregada. Por fim, a criação de um ambiente de programação visual, simplificando a interação para usuários leigos, e a integração com plataformas de ensino ou o desenvolvimento de um kit educacional completo, são oportunidades que reforçam o potencial didático e tecnológico do projeto.

Dessa forma, conclui-se que o projeto não cumpriu seu papel como proposta inicial e exploratória, mas contribuiu significativamente para o desenvolvimento técnico e acadêmico,

além de inspirar possíveis desdobramentos futuros em soluções tecnológicas semelhantes.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. S.; LIMA, R. F.; SANTOS, P. A. Desenvolvimento de aplicativos móveis: tendências e desafios. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada**, v. 4, n. 2, p. 45–59, 2018.
- ALMEIDA, A. L. de; ASSIS, C. V. S. R. de; ALMEIDA, G. A. Q. de; FILHO, H. M. G.; GUARIENTI, G. S. S.; CARVALHO, F. B. de. Braço robótico controlado via smartphone android. In: **Tecnologia da Informação e Comunicação: Pesquisas em Inovações Tecnológicas**. Editora Científica Digital, 2022. v. 2, p. 116–129. ISBN 978-65-5360-106-2. Acesso em: 11 ago. 2025. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.37885/220408525>.
- BENITTI, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. **Computers & Education**, Elsevier, v. 58, n. 3, p. 978–988, 2012.
- BERNO, G. **Unidade Robótica Móvel com Arduino Controlada por uma Aplicação Android via Bluetooth**. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Tecnologia de Americana - CEETEPS, Americana, SP, 2014.
- BERS, M. U.; GRIFFIN, D.; KAZAKOFF, E.; SULLIVAN, A. **Coding as a Playground: Programming and Computational Thinking in the Early Childhood Classroom**. 2. ed. New York: Routledge, 2022. ISBN 9780367625070.
- BUDIYANTO, C. W.; FENYVESI, K.; LATHIFAH, A.; YUANA, R. A. Computational thinking development: Benefiting from educational robotics in stem teaching. **European Journal of Educational Research**, v. 11, n. 4, p. 1997–2012, 2022. Acesso em: 09 ago. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.4.1997>.
- GUBENKO, A.; KIRSCH, C.; SMILEK, J. N.; LUBART, T.; HOUSSEMAND, C. Educational robotics and robot creativity: An interdisciplinary dialogue. **Frontiers in Robotics and AI**, v. 8, 2021. Acesso em: 12 ago. 2025. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:235441592>.
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). **Projeto de Robótica Educacional do IFCE**. 2024. <https://robotica.ifce.edu.br/>. Acesso em: 01 set. 2024.
- International Federation of Robotics. **World Robotics 2022 Industrial Robots - Executive Summary**. 2022. Disponível em: https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_Industrial_Robots_2022.pdf. Acesso em: 11 ago. 2025.
- Intuitive Surgical, Inc. **Da Vinci Surgical System**. 2025. Disponível em: <https://www.intuitive.com/en-us/products-and-services/da-vinci>. Acesso em: 11 ago. 2025.
- Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) - UFRGS. **Histórico do LEC**. 1982. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lec/www.lec.ufrgs.br/index-php/Hist%C3%B3rico.html>. Acesso em: 11 ago. 2025.
- LANCHEROS-CUESTA, D.; FABREGAT, R. Educational robotics intervention in the motivation of students. **IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje**, v. 17, n. 2, p. 131–139, 2022.
- LAU, F.; GOPINATH, D.; ARGALL, B. D. A javascript framework for crowdsourced human-robot interaction experiments: Remotehri. **Association for the Advancement of Artificial Intelligence**, 2020.

MATARIC, M. J. **Introdução à Robótica**. São Paulo: Editora Unesp, 2014. Acesso em: 12 ago. 2025. ISBN 9788539304905. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=0871zwEACAAJ>.

Ministério da Educação (Brasil). **Divulgados os resultados do PISA 2022**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2023/dezembro/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em: 11 ago. 2025.

MOHAMMED, Z.; ZARE, R. *et al.* The impact of industrial robots on productivity, quality, exports, and sustainability: Evidence from european manufacturing. **Sustainable Manufacturing and Design**, Elsevier, v. 3, p. 100025, 2024. Acesso em: 12 ago. 2025.

NETO, J. T. C.; GOMES, F. C. F.; MACÊDO, E. C. T. de. **A Robótica como Instrumento de Ensino nas Escolas Públicas**. 2016. Acesso em: 12 ago. 2025. Disponível em: <https://appinventor.mit.edu>.

Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED). **Sobre o NIED**. 1983. Acesso em: 11 ago. 2025. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/sobre-o-nied/>.

OLANREWAJU, O.; FAIEZA, A.; SYAKIRAH, K. Current trend of robotics application in medical. In: IOP PUBLISHING. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. [S. l.], 2013. v. 46, n. 1, p. 012041.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). **PISA 2022 Results - Country Profile: Brazil**. 2023. Disponível em: <https://gpseducation.oecd.org/CountryProfile?primaryCountry=BRA&topic=PI&treshold=10>. Acesso em: 11 ago. 2025.

ROMERO, R. A. F.; PRESTES, E.; OSÓRIO, F. *et al.* **Robótica Móvel**. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 26 p. E-book. ISBN 978-85-216-2642-8.

SERRANO, A.; SARRAB, M. Mobile applications development: challenges and best practices. **International Journal of Computer Applications**, v. 118, n. 2, p. 1–5, 2015.

StartUs Insights. **Robotics Industry Report 2025**. 2025. Disponível em: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/robotics-industry-report/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

TEIXEIRA, G.; LIBERATO, A.; RIOS, R.; PULINI, I.; MOREIRA, R. **Fundamentos de Flutter e Dart para Desenvolvimento de Apps Móveis**. Edifes, 2024. Acesso em: 13 ago. 2025. ISBN 9788582638477. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=vhEMEQAAQBAJ>.

ULLAH, I.; KHAN, M. A.; KIM, D.-S. A review of industry 4.0 in the automotive sector: Benefits, barriers, and enablers. **Applied System Innovation**, v. 5, n. 3, p. 56, 2022. Acesso em: 12 ago. 2025.

WARREN, J.; ADAMS, J.; MOLLE, H. **Arduino para robótica**. Editora Blucher, 2019. Acesso em: 12 ago. 2025. ISBN 9788521211525. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=xMWwDwAAQBAJ>.

World Intellectual Property Organization. **Robotics Industry and Global Innovation Index Insights**. 2024. Disponível em: <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index/w/blogs/2024/robotics-industry>. Acesso em: 11 ago. 2025.