

# **Aplicações de Internet das Coisas e Sistemas Embarcados:**

## **Dispositivo IoT em aplicações de metas de Análise do Comportamento Aplicada (ABA) para intervenções em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA)**

Eliabe Soares Godoy – [eliabegodoy@gmail.com](mailto:eliabegodoy@gmail.com)

### **Resumo**

Este trabalho apresenta a aplicação de metas terapêuticas no contexto da Análise do Comportamento Aplicada (ABA), com foco na habilidade de percepção visual/emparelhamento de iguais, sendo essa uma intervenção fundamental para o desenvolvimento de habilidades cognitivas essenciais em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Propõe-se, como solução para otimizar o processo terapêutico, um dispositivo embarcado IoT que serve como ferramenta de apoio ao terapeuta. O dispositivo é equipado com sensores RFID e sensores capacitivos, permitindo a interação do aluno com estímulos físicos, enquanto automatiza o registro das metas e dos dados de progresso. Essa solução visa melhorar a eficiência e a precisão no acompanhamento das intervenções terapêuticas, proporcionando uma análise de dados em tempo real e facilitando ajustes nas estratégias de ensino de forma objetiva e sistemática. O uso de tecnologias IoT pode, portanto, transformar o processo de aplicação de metas no ABA, proporcionando uma ferramenta inovadora e eficaz para terapeutas na promoção do desenvolvimento de habilidades em indivíduos com TEA.

## **A Aplicação de metas para o desenvolvimento de Emparelhamento de Iguais em ABA: Conceito e Justificativa**

A Análise do Comportamento Aplicada (ABA) é uma abordagem terapêutica amplamente utilizada em intervenções para crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e outras condições. Seu objetivo é promover a aprendizagem de comportamentos adaptativos e habilidades cognitivas com base em princípios científicos. Dentro dessa abordagem, as metas de emparelhamento de igual é fundamental para o desenvolvimento de habilidades essenciais, como categorização, discriminação visual e construção do vocabulário.

As metas de emparelhamento de igual ensina o aluno a identificar e associar estímulos que compartilham características comuns. Isso pode envolver o emparelhamento de figuras, objetos ou sons semelhantes entre si. Por exemplo, ao apresentar duas imagens de cachorros, o objetivo é que o aluno reconheça que ambas representam o mesmo conceito. Essa habilidade é a base para aprendizagens mais complexas, como associar palavras a objetos e formar categorias.

Essa tarefa está diretamente relacionada à discriminação de estímulos, onde o indivíduo aprende a identificar semelhanças e diferenças entre os estímulos apresentados. No caso de alunos com TEA, que frequentemente enfrentam dificuldades com a discriminação visual e auditiva, o emparelhamento torna-se essencial para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e de comunicação.

A aplicação dessas metas na prática, entretanto, pode ser desafiadora. O terapeuta frequentemente precisa interagir diretamente com o aluno, guiando-o e fornecendo feedback contínuo. Além disso, a contagem de acertos e erros, o tempo dedicado a cada tarefa e o tipo de ajuda necessária exigem um sistema eficiente de registro para acompanhar o progresso do aluno.

O registro de dados é crucial na prática de ABA, pois permite monitorar o progresso e avaliar a eficácia das intervenções. Dentro das 7 dimensões da ABA, a **Analicidade** destaca-se por sua ênfase no uso de dados para demonstrar que as mudanças observadas no comportamento são atribuíveis às intervenções. O registro contínuo e detalhado possibilita uma avaliação objetiva e permite ajustes nas estratégias terapêuticas, garantindo que os objetivos sejam atingidos de maneira eficaz.

Além disso, os alunos com TEA podem precisar de diferentes tipos de ajuda para realizar a tarefa de emparelhamento. A "ajuda visual" pode ser empregada com sinais ou imagens para guiar a associação correta entre os estímulos. A "ajuda gestual", que envolve gestos ou movimentos do terapeuta para orientar a ação do aluno, pode auxiliar na resposta correta ou corrigir erros. Em alguns casos, a "ajuda física" também é necessária, com o terapeuta oferecendo suporte físico para ajudar o aluno a realizar o emparelhamento.

A aplicação das metas de emparelhamento de iguais não só facilita a aprendizagem de habilidades mais complexas, mas também contribui para a redução de comportamentos desafiadores e promove a independência do aluno. O registro preciso dos dados é essencial para monitorar a evolução do aluno, ajustando as intervenções conforme necessário e medindo o progresso de forma objetiva.

Portanto, as metas de emparelhamento é uma intervenção importante na ABA, especialmente para alunos com TEA. O uso de tecnologias que automatizam o registro e a aplicação das tarefas pode tornar a intervenção ainda mais eficiente e eficaz.



## **Dispositivo IoT para Aplicação de Metas Terapêuticas em ABA: Uma Solução Automatizada para o Emparelhamento de Iguais**

O dispositivo IoT desenvolvido para a aplicação e monitoramento de metas terapêuticas no contexto da Análise do Comportamento Aplicada (ABA) visa facilitar a execução da tarefa de emparelhamento de iguais, uma intervenção fundamental nas intervenções em crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O sistema utiliza tecnologias avançadas para automatizar a aplicação das metas e o registro dos dados, proporcionando um acompanhamento preciso e em tempo real.

O projeto é baseado em um microcontrolador central, que coordena o funcionamento dos sensores e componentes, além de garantir a comunicação eficiente com o servidor da clínica ou empresa responsável. O microcontrolador utilizado é o ESP32, que possui recursos como Wi-Fi e Bluetooth e é responsável por gerenciar a comunicação entre os diferentes módulos, processar os dados e enviar as informações para o endpoint configurado pela terapeuta.

Os sensores RFID são responsáveis por identificar os objetos ou cartas dispostos nas 6 posições do tabuleiro. Cada um desses espaços é equipado com um sensor RFID, que detecta a presença dos objetos e envia os dados para o microcontrolador. Além disso, o dispositivo conta com sensores capacitivos de presença, localizados na frente de cada espaço, que permitem detectar a interação do paciente com o espaço correto. Quando o paciente interage com um determinado espaço, o microcontrolador processa as informações enviadas pelos sensores e aciona os componentes necessários, como a fita de LED e a ativação dos botões.

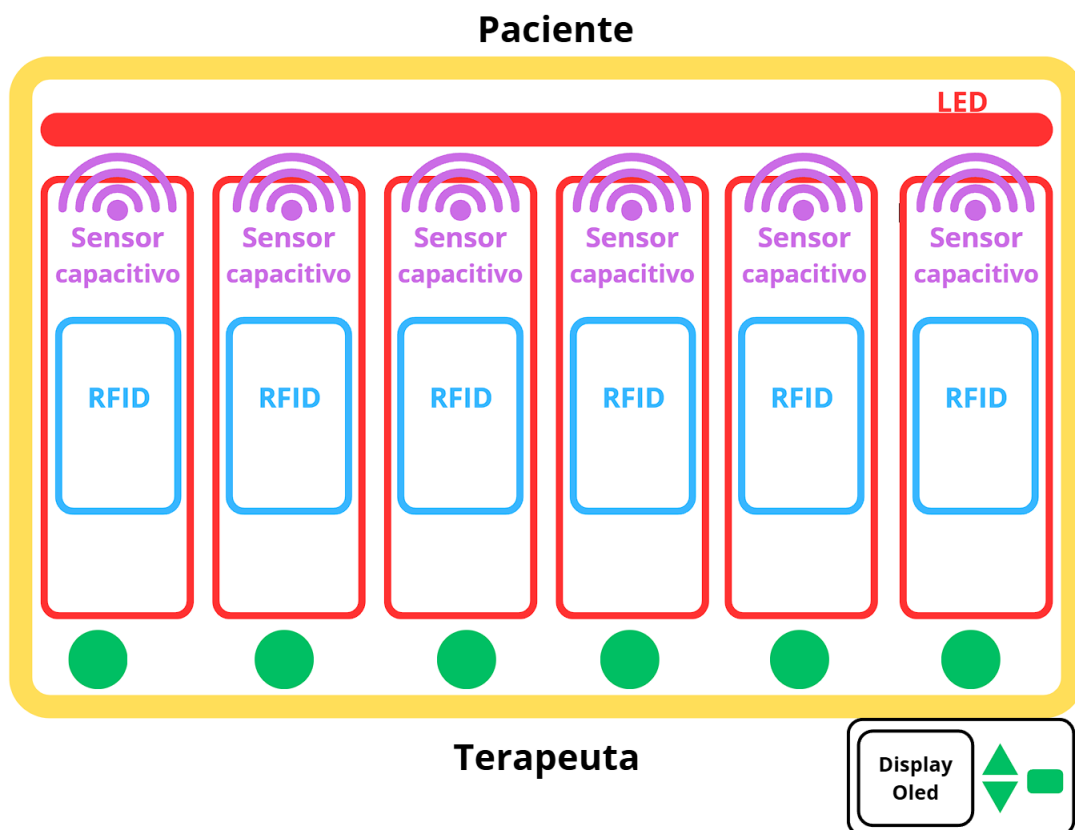
A fita de LED endereçável, que circunda os espaços e atravessa a parte frontal do dispositivo, é controlada pelo microcontrolador para exibir os efeitos visuais que indicam ao paciente o espaço correto. Dependendo do tipo de ajuda selecionado pelo terapeuta, a fita de LED pode apresentar um efeito de "deslocamento" (para indicar parcialmente o espaço correto) ou piscar de forma mais intensa (indicando o espaço correto de maneira mais clara). Essa função é essencial para a aplicação de ajuda visual no processo de emparelhamento.

A comunicação entre o dispositivo e o servidor é realizada por meio do Wi-Fi. O dispositivo, após ser configurado inicialmente via Bluetooth, conecta-se à rede Wi-Fi e ao endpoint da API configurada. O ESP32 gerencia a conexão à rede e o envio de dados,

incluindo informações sobre o progresso da tarefa, o tipo de ajuda utilizada, tempo de atraso e os resultados do paciente (acerto, erro ou não realizado).

O design do sistema permite a utilização dos periféricos e a integração de componentes de hardware, sendo: leitores RFID, sensores capacitivos, fita de LED e botões de navegação. Além disso, a arquitetura do microcontrolador permite o uso de interrupções para monitorar em tempo real as interações do paciente e a atualização da tela de informações no display OLED, proporcionando uma experiência de uso fluida e intuitiva.

O desenvolvimento do dispositivo foi realizado com o acompanhamento da psicóloga **Renata Vitória Perez Macanhã**, CRP nº 06/192847, garantindo que as necessidades terapêuticas fossem atendidas de forma eficaz. O código-fonte, os esquemas eletrônicos e outros detalhes conceituais do projeto estão disponíveis no link do GitHub nas referências.

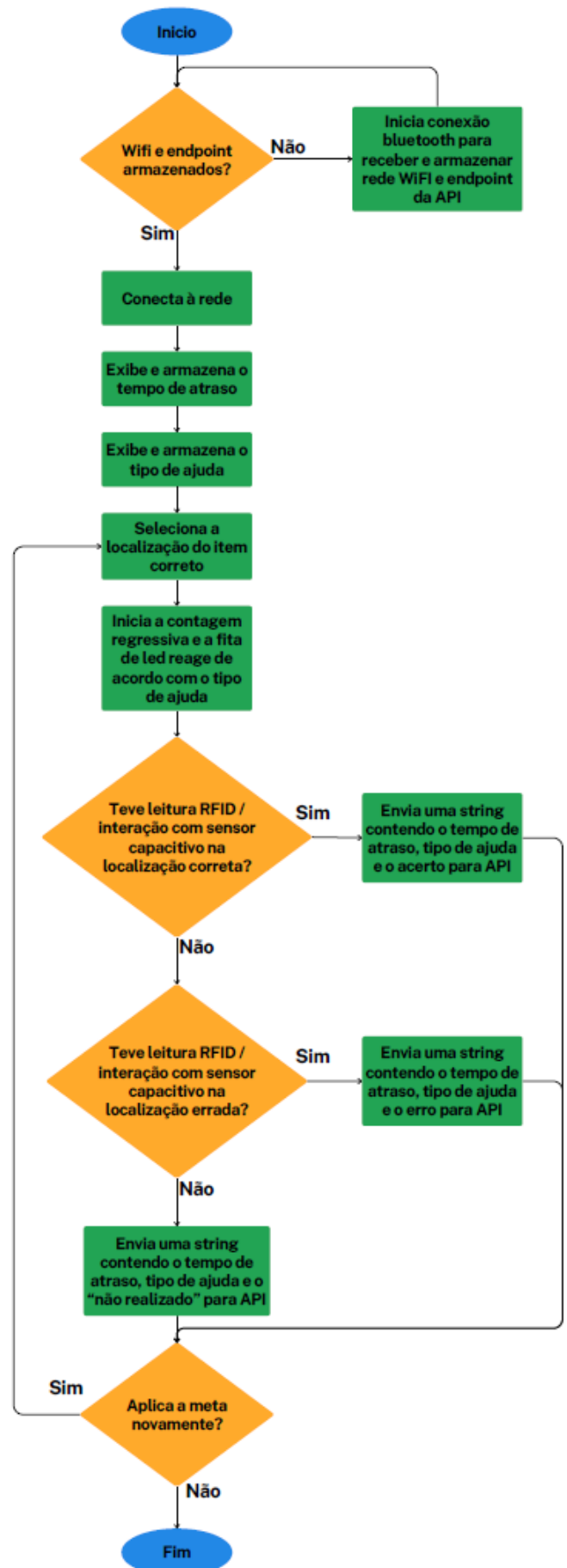


## Fluxograma do Software Embarcado

O fluxograma descreve o processo de configuração e operação do dispositivo, desde o provisionamento inicial até o envio dos dados ao endpoint configurado. A primeira etapa envolve a configuração do dispositivo via Bluetooth, onde o terapeuta insere a rede Wi-Fi, a senha e o endpoint da API responsável pelo acompanhamento dos pacientes. Esses dados são armazenados na memória NVS do microcontrolador para persistência, garantindo que não se percam até que uma nova configuração seja necessária.

Após a configuração, o software permite que o terapeuta ajuste o tempo de atraso para a aplicação da meta, definindo a duração entre a escolha do espaço e a interação do paciente. O terapeuta também seleciona o tipo de ajuda a ser utilizada, como “independente”, “ajuda visual média”, “ajuda visual alta”, “ajuda gestual”, “física parcial” e “ajuda física total”.

Quando o paciente interage com o dispositivo, o software registra a interação e aciona os efeitos visuais ou físicos conforme a ajuda escolhida. Após a conclusão de cada tarefa, os dados (tempo de atraso, tipo de ajuda e resultado do paciente) são enviados para o endpoint configurado, garantindo um acompanhamento contínuo e preciso do progresso do paciente.



## **Referências**

**O'Rourke, T. *How to build an interactive map with Python, Plotly, and Dash.***

**YouTube, 2 abr. 2020. Disponível em:**

**<https://www.youtube.com/watch?v=LVEvKImn7lg&t=143s>. Acesso em: 2 jan. 2025.**

**MARTONE, Maria Carolina Correa. Tradução e adaptação do Verbal Behavior Milestones Assessment and Placement Program (VB-MAPP) para a língua portuguesa ea efetividade do treino de habiidades comportamentais para qualificar profissionais. 2017.**

**ELIABE. Pareamento ABA. Disponível em:**

**[https://github.com/Elabao/Pareamento\\_ABA/tree/master](https://github.com/Elabao/Pareamento_ABA/tree/master). Acesso em: 02 jan. 2025.**