



Artigo disponibilizado *on-line*

# Revista Ilha Digital

Endereço eletrônico:  
<http://ilhadigital.florianopolis.ifsc.edu.br/>



## PROJETO DO SISTEMA ELETRÔNICO MODULAR E PROGRAMÁVEL DE UMA CÂMERA FOTOGRAFICA LÚDICA E DIY.

Kisa Teresa Taho<sup>1</sup>, Pedro Giassi Júnior<sup>2</sup>

**Resumo:** Este artigo apresenta o projeto do sistema eletrônico do Iandé Kids, uma proposta de uma câmera ludopedagógica de papelão para crianças que visa estimular o desenvolvimento da linguagem não verbal, bem como a percepção tecnológica. Para esse desenvolvimento seguiu-se as etapas: projeto informacional, conceitual e preliminar. O projeto informacional reuniu informações fundamentais para o início do desenvolvimento, como a caracterização do público-alvo, do mercado e de concorrentes, com o conhecimento dessas investigações foi possível levantar os requisitos e especificações do projeto. Posteriormente, realizou-se o projeto conceitual, em que se estruturou o sistema eletrônico seguindo as funções a serem executadas. O projeto preliminar foi a última etapa elaborada e consistiu em buscar e selecionar soluções para compor a arquitetura do sistema, nesse processo se definiu o microcontrolador ESP32 como elemento para controlar as funções que devem ser executadas. Com a especificação dos componentes, fez-se uma estimativa de custo dos componentes e por fim uma previsão do time-to-market do produto.

**Palavras-chave:** Tecnologia pedagógica. Fotografia. Crianças. Sistema modular.

**Abstract:** This article presents the electronic system design of Iandé Kids, a proposal for a ludo pedagogical cardboard camera for children that aims to stimulate the development of non-verbal language, as well as technological perception. For this project, the steps were followed: informational, conceptual and preliminary projects. The informational project gathered fundamental information to begin the development, such as the characterization of the target audience, the market and competitors, with the knowledge of these investigations it was possible to raise the requirements and specifications of the project. In the conceptual project the electronic system was structured following the functions to be performed. The preliminary project was the last stage elaborated and consisted of seeking and selecting solutions to compose the system architecture, in this process the ESP32 microcontroller was defined as an element to control the functions that must be performed. With the specification of the components, an estimated cost was made and finally a forecast of the product's time-to-market.

**Keywords:** *Pedagogical technology. Photography. Kids. Modular system.*

<sup>1</sup> Depto de Eletrônica, Instituto Federal de Santa Catarina <kisateresa@gmail.com>

<sup>2</sup> Depto de Eletrônica, Instituto Federal de Santa Catarina <pedro.giassi@ifsc.edu.br>

## 1 INTRODUÇÃO

A aquisição de conhecimento passa a ser cada vez mais mediada por aparatos tecnológicos, introduzidos em práticas educacionais. Essas ferramentas ajudam a intensificar o pensamento complexo, interativo e transversal, além de favorecerem o exercício mental e o desenvolvimento de novas competências cognitivas (TAVARES, 2017).

Além da crescente inserção da tecnologia na educação, pedagogias não tradicionais também vêm ganhando espaço no meio. Tais como: a teoria construtivista de Piaget, na qual a interação entre sujeito e objeto se destaca no crescimento cognitivo; a abordagem socioconstrutivista de Vygotsky, a qual fortalece a interação social, a cultura e a linguagem como fortes influenciadores da aprendizagem.

Conforme Pletsch (2005), a disseminação dessas abordagens fortalecem o conceito da comunicação verdadeira como aquela que ultrapassa a decodificação de letras ou imagens visuais e a extração de informações. Assim, explorar as múltiplas linguagens das crianças as ajudam a perceber qualidades e características de modo mais profundo e significativo, as quais poderiam acabar não sendo identificadas. Nesse processo, a criança é instigada a desenvolver um papel ativo com a construção de significados.

Dentre as múltiplas linguagens da criança, ressalta-se a linguagem audiovisual, a qual permite o desenvolvimento subjetivo das percepções visuais, propiciando a ressignificação das imagens, estímulo à imaginação e construção de novos significados e sentidos e busca pela curiosidade e atenção (GONÇALVES, 2007).

Segundo Felix (2018), “a ludicidade transforma qualquer brincadeira em uma atividade divertida e um meio para desenvolver os processos mentais”. Nesse contexto, a fotografia associada ao ato de brincar, pode proporcionar a formação da criança como ser individual e ser social. Uma vez que possibilita às crianças seu autoconhecimento, devido a sensibilização do olhar, e também o entendimento da realidade de outras crianças por meio da interpretação individual dos registros feitos por elas. Assim, a utilização de recursos visuais de forma ludo-pedagógica potencializa o uso da tecnologia como aliada ao desenvolvimento cognitivo infantil.

Atualmente, as tecnologias educacionais são afetadas por visões reducionistas, tornando-as apenas instrumentos de treinamento e avaliação (CAMPOS, 2019). Faltando, ofertas que estimulem a criatividade, viabilizem o desenvolvimento da

autonomia e de habilidades socioemocionais, promovam a conexão humana, entre outras várias oportunidades de aprendizagem. Por esse motivo, é necessário desenvolver ferramentas capazes de gerar possibilidades pedagógicas em meio a uma aprendizagem ativa.

## 2 JUSTIFICATIVA

Segundo o Ministério da Educação do Brasil (2010), as crianças constroem conhecimento em suas múltiplas inteligências por meio de suas experiências e vivências, de suas reflexões e processos de comunicação, e por meio de suas representações. Dessa forma, os recursos tecnológicos podem se tornar uma ferramenta fundamental para auxiliar na construção de aprendizagem das crianças. Principalmente em se considerando o potencial de aplicabilidade da tecnologia, os diversos estímulos que podem proporcionar e a possibilidade de ser explorada nos mais diversos campos e formas.

Dentre as áreas de conhecimento, destaca-se a linguagem visual, a qual incorpora-se nos ambientes de aprendizado, principalmente por se tratar de um recurso de comunicação que favorece a transmissão do conhecimento, além de aumentar as oportunidades de aprendizagem da criança e também expandir sua capacidade de se expressar (MOTA et al., 2016).

Uma das manifestações da linguagem visual se encontra na fotografia, a qual quando utilizada em um contexto educacional de forma lúdica tem a propriedade de ampliar o campo de percepção da criança, firmando suas habilidades de conhecer o mundo físico e social. E assim, promover novos modos de ver as coisas, interpretando e recriando o mundo de muitas e diferentes maneiras, conforme suas experiências.

Para explorar os atributos e benefícios dessa tecnologia de comunicação na educação, está em desenvolvimento o projeto Iandé Kids. Idealizada por Felix (2018) e fazendo uso de uma câmera fotográfica funcional de papelão (Figura 1), se propõe a incentivar conhecimentos significativos do olhar da criança, potencializar suas habilidades digitais e auxiliar no seu processo de desenvolvimento cognitivo.



**Figura 1 – Produto Iandé Kids.  
Desenvolvido por Felix (2018).**

O Projeto Iandé Kids tem como objetivo:

- Auxiliar no desenvolvimento cognitivo por meio da linguagem não verbal;
- Proporcionar estímulos sensoriais que estimulam o sistema nervoso central;
- Desenvolver habilidades perceptuais e latentes;
- Mostrar e descobrir informações diversificadas sobre o ambiente;
- Descobrir como o ambiente responde a ações;
- Aprender sobre a própria espécie e desenvolver percepção social;
- Vencer desamparos;
- Promover a aprendizagem de comunicação e expressão;
- Promover a percepção tecnológica;
- Apresentar conceitos sobre eletrônica.

Durante a experiência, a criança participa ativamente de todas as etapas de construção de sua câmera. Pode personalizar e montar a carcaça externa de papelão, configurar o sistema eletrônico pela união de seus módulos e também programar algumas funções do produto com o uso de linguagens propícias à sua idade.

O projeto ainda necessita do desenvolvimento do sistema eletrônico para integrar todas as funcionalidades necessárias e atender todos os objetivos propostos. Assim, estará disponível para ser implementado na educação, de forma que as crianças possam se beneficiar das diversas oportunidades que o produto pode propiciar ao seu desenvolvimento.

Além dos objetivos diretamente mediados pela interação com a câmera, a tecnologia em desenvolvimento visa cooperar com alguns dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS)

propostos na Agenda 2030 (2015) da Organização das Nações Unidas (ONU).

Primeiramente, o Iandé Kids é uma ferramenta de auxílio à educação, a qual busca gerar aprendizagens efetivas por meio da experiência e da comunicação não verbal. De forma que segue a ODS 4 - Educação de Qualidade, no item 4.1 segundo a ONU transcreve: “Até 2030, garantir que todas as meninas e meninos completem o ensino primário e secundário livre, equitativo e de qualidade, que conduza a resultados de aprendizagem relevantes e eficazes”.

Por fim, a construção da carcaça externa e lúdica da câmera é de papelão, escolhido a fim de poder ser montado por crianças das mais diversas classes sociais, a proposta também visa a reciclagem do material. Dessa forma, colaborando com a ODS 12 - Consumo e produção responsáveis, mais especificamente o tópico 12.5 definido pela ONU como: “Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso”.

## 2.1 Objetivos do projeto

### 2.1.1 Objetivo Geral

Projetar um sistema eletrônico para atuar como uma câmera lúdica, modular e programável para auxiliar no desenvolvimento cognitivo de crianças por meio da linguagem não verbal.

### 2.1.2 Objetivos específicos

- Compreender os objetivos do produto Iandé Kids, bem como as habilidades e competências da faixa etária do público-alvo;
- entender a linguagem não-verbal no desenvolvimento cognitivo infantil, para adequar o sistema e sua aplicação;
- verificar o mercado de atuação do produto e as tecnologias disponíveis na área;
- identificar os requisitos do sistema e averiguar as normas às quais está submetido;
- definir as especificações do projeto por meio da ferramenta Quality Function Deployment (QFD);
- listar as funções do sistema eletrônico e seus casos de uso;
- propor e avaliar possíveis soluções para o sistema;
- propor a solução eletrônica mais adequada para a constituição do produto, conforme critérios técnicos e mercadológicos;
- realizar a projeção do lançamento do Iandé Kids no mercado, considerando o custo de

seus componentes e também o Time-To-Market (TTM) do produto.

### 3 PROJETO INFORMACIONAL

#### 3.1 Público-alvo

Segundo Piaget (1992 apud TERRA, 2005), o processo de conhecimento é ininterrupto e está intrinsecamente relacionado às experiências vividas, sendo intensificado a partir das interações sociais. Dessa forma, todas as fases da infância são indispensáveis para o bom desenvolvimento do ser humano. Na infância, a criança necessita criar e experienciar suas próprias brincadeiras e jogos, assim, podem assimilar a formação dos papéis sociais e suas relações, uma vez que permitem a elas a imitação do outro (PIAGET, 1975 apud FELIX, 2018).

A abordagem construtivista de Piaget também especifica os estágios de desenvolvimento cognitivo infantil, do qual é possível ressaltar reflexões sobre quais estímulos adequados para favorecer o melhor desenvolvimento do indivíduo de acordo com a faixa etária em que se encontra.

Assim exposto, o público-alvo do atual projeto foi definido segundo Felix (2018) durante a concepção Iandé Kids. E se encontra no grupo de crianças pertencentes ao Estágio Operatório Concreto, com idades entre sete e 12 anos.

Nessa fase, o sujeito começa a perceber o mundo e a sociedade além de suas características individuais. Adquire a capacidade de organizar de forma lógica ou operatória o que percebe ao seu redor. Assim, não se limita mais apenas a representação imediata, apesar de ainda depender do mundo concreto para desenvolver a abstração. E a partir dessas relações, iniciam-se processos relacionados a pensamentos críticos e de valor (PIAGET, 1975 apud FELIX, 2018; PIAGET, 2003).

Goulart (2005) afirma que a descentração dessa fase alcança o universo social e não apenas físico, de forma que a criança torna-se capaz de cooperar e de distinguir diferentes pontos de vista. Assim, a criança não está mais apenas centrada em si, consegue se colocar no lugar do outro e amadurece seu processo empático. Esse processamento implica em relações objetivas com os acontecimentos, objetos e pessoas.

#### 3.2 Mercado

As tecnologias digitais impulsionam as possibilidades de expandir os limites na construção de conhecimento. Desde que exploradas corretamente quanto aos seus propósitos e objetivos, sendo necessário evitar qualquer tipo de aplicação apenas para passar o tempo. Sendo assim,

cabe ao professor intermediar e proporcionar o uso bem definido dessas tecnologias, integrando-as em novas práticas de aquisição do conhecimento (SILVA, 2017).

Entende-se que um dos cenários de aplicação do Iandé Kids são escolas da rede de educação as quais compreendem o ensino fundamental I, visto que o público-alvo são crianças na faixa etária de sete a 12 anos.

De acordo com o INEP (2019), em 2018 Santa Catarina contava com 3.119 escolas com esses requisitos e um total de mais de 1 milhão de crianças com a idade dentro do estágio operatório concreto matriculadas nessas instituições. Já no âmbito nacional, esses valores são de 128.371 e 33 milhões, respectivamente.

Além disso, a Associação Brasileira dos Fabricantes de Brinquedos (ABRINQ) destacou o crescimento no faturamento do nicho de brinquedos em 2020, se comparado aos anos anteriores. Esse aumento pode ser atribuído ao aumento do uso da tecnologia pelas crianças, bem como à crescente busca dos pais por soluções mais acessíveis e lúdicas aos dispositivos móveis.

#### 3.3 Concorrentes

O crescente número de crianças que têm recursos digitais inseridos em sua rotina pode ser explicado por algumas razões, segundo as quais o psicólogo Cristiano Nabuco (2018, apud BERGAMO, 2018) afirma ser: o barateamento dos equipamentos e conseqüentemente maior acessibilidade em diversas classes sociais; uso da tecnologia empregada para entretenimento; entendimento que a familiaridade com os aparelhos tecnológicos se transforma em estímulos para o desenvolvimento cognitivo.

Com a mediação tecnológica para o desenvolvimento infantil cada vez mais recorrente, o mercado demanda de soluções lúdicas e diversificadas que atendam às múltiplas linguagens da criança. Dentre os produtos existentes, destaca-se: o Kidizoom Flix Camera (Tabela 1), como um concorrente direto no cenário audiovisual; a câmera Bigshot (Tabela 2), como concorrente mais próximo no mercado, por sua aplicação audiovisual, uso como ferramenta pedagógica e construção DIY; e o LittleBits (Tabela 3), como um concorrente indireto, por não considerar os conceitos significativos do audiovisual como produtores de conhecimento.

**Tabela 1 - Atributos Kidizoom Flix Camera**

**Kidizoom Flix Camera (US\$97,99)**



**Figura 2 – Kidizoom Flix Camera.**

**Descrição:** é um brinquedo interativo que permite a criança fotografar de formas divertidas. Conta com uma interface lúdica para criança interagir e um gravador de voz para repetir comandos do usuário.

**Classificação:**

Concorrente indireto

**Características:**

- Câmera frontal
- Tripé flexível
- Interativa
- Jogos integrados
- Interação individual (criança-máquina)

**Especificações técnicas:**

- Peso: 200 gramas
- Conexão USB
- Armazenamento MicroSD
- Display 1,8"
- Sensor de movimento
- Reconhecimento facial
- Microfone

**Tabela 2 - Atributos câmera Bigshot**

**Bigshot Camera (US\$ 75,00)**



**Figura 3 – Produto Bigshot Camera.**

**Descrição:**

A Bigshot é uma câmera que utiliza o conceito DIY para que a criança construa sua própria câmera fotográfica e aprenda diversas áreas do conhecimento por meio de sua construção.

**Classificação:**

Concorrente direto

**Características:**

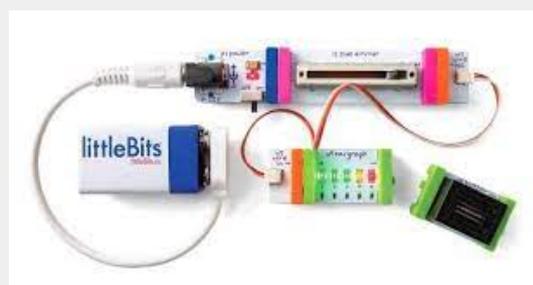
- Kit DIY
- Diversas cores
- Diferentes opções de lentes
- Fundo transparente para visualização dos componentes
- Software próprio

**Especificações técnicas:**

- Sensor: 3MP (2408 x 1536)
- Flash: 1W
- Armazenamento aproximadamente 120 JPEG
- Módulo de câmera (lente): Regular, panorâmica e estereoscópica
- Display: 1,4" LCD
- Bateria recarregável: Li-Po
- Interface de conexão USB
- Dimensão da câmera: 129 mm x 72 mm x 40 mm
- Carregador com dínamo manual (alimentação auxiliar)

**Tabela 3 - Atributos LittleBits**

**LittleBits (US\$100\*)**



**Figura 4 – Produto LittleBits.**

**Descrição:**

Módulos eletrônicos com encaixes magnéticos, que auxiliam no processo de aprendizado e prototipagem. É possível criar sequências e projetos de uma maneira muito simples, agregando conhecimentos em eletrônica (hardware) e programação (software).

**Classificação:**

Similar (concorrente indireto)

**Características:**

- Encaixes magnéticos
- Diversos módulos (sensores, atuadores, circuito de alimentação, entre outros)
- Múltiplas aplicações
- Módulos com cores para distinção de função (entradas, saídas, alimentação e de ligação)

**Especificações técnicas:**

- Varia por módulo
- Alimentação: 5V, 9V e 12V

\* Kit Base - mais básico (10 módulos)

Ainda que esses produtos atuem no mesmo mercado do Iandé Kids, não atendem de forma unificada todas as funcionalidades e aplicações propostas pelo projeto, ora por não permitir uma experiência personalizada (de construção, de programação, de aplicação, entre outros), ora por não ter uma interface lúdica, ou ainda por não incentivar o desenvolvimento cognitivo. Além disso, são opções de alto custo e pouco acessíveis, principalmente para inclusão na educação.

Conforme afirma Felix (2018), a inserção da criança no universo tecnológico tornar-se-á essencial na educação, permitindo com que a tecnologia atue em diferentes campos do desenvolvimento infantil. Dentre eles, destaca-se a utilização de imagens para maior interatividade e flexibilidade durante as vivências da infância. Assim, o produto em desenvolvimento se diferencia não apenas pelo seu papel social, mas principalmente por ter como objetivo mostrar seu valor por meio da construção de todas as etapas de uma experiência ludo-sensorial. Essa peculiaridade se adequa às características dos mercados atuais, os quais se baseiam na Economia da Experiência, ou a “quarta oferta econômica” como trazem Pine II e Gilmore (1999).

O produto proposto, busca inovar as experiências tecnológicas na educação, não apenas explorando os aspectos sensoriais, mas tornando a interação mais significativa, ao instigar educadores na elaboração do planejamento e às crianças a serem responsáveis pelas suas estratégias de produção de conhecimento.

### 3.4 Requisitos funcionais (RF) e Não-Funcionais (RNF)

Com a retomada dos conceitos e objetivos do produto, foi discutido um novo briefing com os parceiros (idealizadores) do projeto Iandé Kids, com finalidade de levantar os requisitos do produto.

Os requisitos funcionais para o sistema são apresentados abaixo:

- **RF 1.1 - Capturar imagens**

A fotografia é a principal forma de comunicação não verbal que se deseja empregar com o Iandé Kids, devendo ser prioridade no projeto.

- **RF 1.2 - Gravar materiais audiovisuais**

- Gravar imagem;
- gravar som;
- pode ser habilitado ou desabilitado.

Outras formas de mídias devem ser inseridas para estimular diferentes percepções sensoriais que enriqueça interação da criança com o ambiente, por exemplo uma foto-falada)

- **RF 1.3 - Indicar de forma visual as ações e status do produto.**

O estímulo visual facilita que a criança possa captar os diferentes status da câmera, bem como as ações executadas, por exemplo: ligado, disparo, bateria baixa, entre outros.

- **RF 1.4 - Armazenar arquivos em memória externa.**

As mídias precisam ser salvas em uma memória com capacidade de armazenamento suficiente para uma experiência completa (sem necessidade de descarregar as mídias durante o processo), além de permitir que esses recursos possam ser acessados posteriormente sem a utilização do produto.

- **RF 1.5 - Emitir um aviso sonoro para identificação das funções executadas.**

- pode ser habilitado ou desabilitado.

A possibilidade de captar um estímulo sonoro permite que a criança assimile o processo, por exemplo no disparo, a captura da foto acontece no momento em que o som é emitido.

- **RF 1.6 - Ter protocolos wireless para transmissão direta e de arquivos armazenados.**

Prevê-se que esse sistema possa enviar mídias diretamente a uma rede de compartilhamento de imagens, que futuramente será desenvolvida.

- **RF 1.7 - Possuir autonomia energética.**

A câmera deve ser portátil, portanto deve ter uma alimentação energética por meio de bateria.

- **RF 1.8 - Ser reprogramável.**

O sistema deverá propiciar a percepção tecnológica, uma forma de ter esse desenvolvimento é pelo ensino de programação, com o próprio configurando sua câmera.

- **RF 1.9 - Disponibilizar flash.**

Para atuar em ambientes de pouca luminosidade, é preciso de um flash para auxiliar o sensor de imagem.

- **RF 1.10 - Ter interface com o computador.**

É necessário uma comunicação com o computador para a programação do sistema e para o ensino de programação. Essa comunicação também pode ser um meio para o descarregamento das mídias armazenadas.

- **RF 1.11 - Ser modular.**

Definiu-se uma configuração modular para facilitar a percepção tecnológica e engajar o desenvolvimento de conceitos de eletrônica. Essa organização também permite variedades de funções para serem estabelecidas em cada aplicação.

Em relação ao desenvolvimento do público-alvo, o sistema também deverá:

- **RF 2.1 - Interagir com as diversas idades dentro da faixa etária do público alvo:**

- Habilidade de módulos diferentes conforme a aplicação (RNF);
- programação diferenciada;
- **RF 2.2** - Explorar a sensibilidade manual da criança
  - Conectores intuitivos e "anti erros" para conexão dos módulos (RNF)

Os requisitos não funcionais do produto, relacionados a interação com a criança:

- **RNF 3.1** - Possuir baixo peso, para facilitar a manuseabilidade da criança.
- **RNF 3.2** - Ser portátil, para encaixar na carcaça projetada.
- **RNF 3.3** - Ter um hardware robusto que resista a manipulação da criança.
- **RNF 3.4** - Ser seguro.
- **RNF 3.5** - Ser flexível.
- **RNF 3.6** - Permitir que a criança possa montar o seu próprio sistema e também observar o processo de funcionamento.
- **RNF 3.7** - Integrar a facilidade de montagem.
- **RNF 3.8** - Ter uma interface lúdica.
- **RNF 3.9** - Transformar um eletrônico convencional em um produto lúdico para o público infantil.
- **RNF 3.10** - Ser intuitivo para a faixa etária do público-alvo
- **RNF 3.11** - Ter um custo acessível.

### 3.5 Requisito de normatização

No campo de desenvolvimento do produto quanto ser uma câmera fotográfica, não se encontra normas brasileiras aplicáveis especificamente ao produto. Porém, tratando-se de crianças, decidiu-se verificar as normas relacionadas a brinquedos para identificar os requisitos de forma que o produto atenda às mesmas. Apesar da decisão de creditar ao produto a caracterização brinquedo, ressalta-se que se trata de uma ferramenta para auxiliar o desenvolvimento cognitivo da criança de forma lúdica.

Considerou-se duas normas do mercosul (NM) para a verificação dos requisitos :

1. NM 300-1 :2002 - Segurança de brinquedos - parte 1: propriedades gerais, mecânicas e físicas .
2. NM 300-6 :2002 - Segurança de brinquedos - parte 6: segurança de brinquedos elétricos.

Dos requisitos não funcionais levantados, todos estão relacionados ao fator de segurança:

- **RNF 4.1** - Não deve possuir bordas cortantes, pontiagudas ou soltar partes que possam entrar nos olhos.
- **RNF 4.2** - Não conter componentes removíveis de pequeno porte no produto.
- **RNF 4.3** - Prever abuso razoavelmente previsível.
- **RNF 4.4** - Isolar das partes de diferentes polaridades.
- **RNF 4.5** - Limitar a corrente.
- **RNF 4.6** - Fazer a devida marcação (componentes eletrônicos) e instrução de uso do produto.

A norma ainda ressalta que o brinquedo seja adequado e seguro para os vários estágios de desenvolvimento físico e mental da criança, considerando os diversos aspectos que podem ser explorados no desenvolvimento do produto, como: experiência da criança, opinião dos pais, referências antropométricas e elementos de fatores humanos, habilidades, entre outros. Parte dessas características já foram verificadas no projeto da estrutura externa idealizada na concepção do produto nos estudos de Felix (2018).

### 3.6 QFD

Para verificar como cada requisito não funcional atua sobre os atributos do projeto, realizou-se a Quality Function Deployment (QFD) utilizando diretrizes adaptadas da metodologia de Carpes (2014). A matriz permitiu transformar os requisitos em especificações técnicas do produto, por meio de uma comparação com os concorrentes Bigshot e LittleBits.

Inicialmente, listou-se os requisitos e com uma análise e avaliação dos concorrentes determinou-se as características técnicas do projeto para definir as especificações

Em seguida verificou-se como cada requisito atua sobre cada uma dessas especificações, estabelecendo três níveis de interação: fraco, médio e forte. Com essas relações, identificou-se que todas as especificações definidas teriam relevância ao projeto. Posteriormente verificou-se como cada uma afetava o sistema eletrônico (Tabela 4).

A ferramenta foi utilizada com os requisitos RF2 e RNF3 a Figura 6 mostra a síntese da QFD.

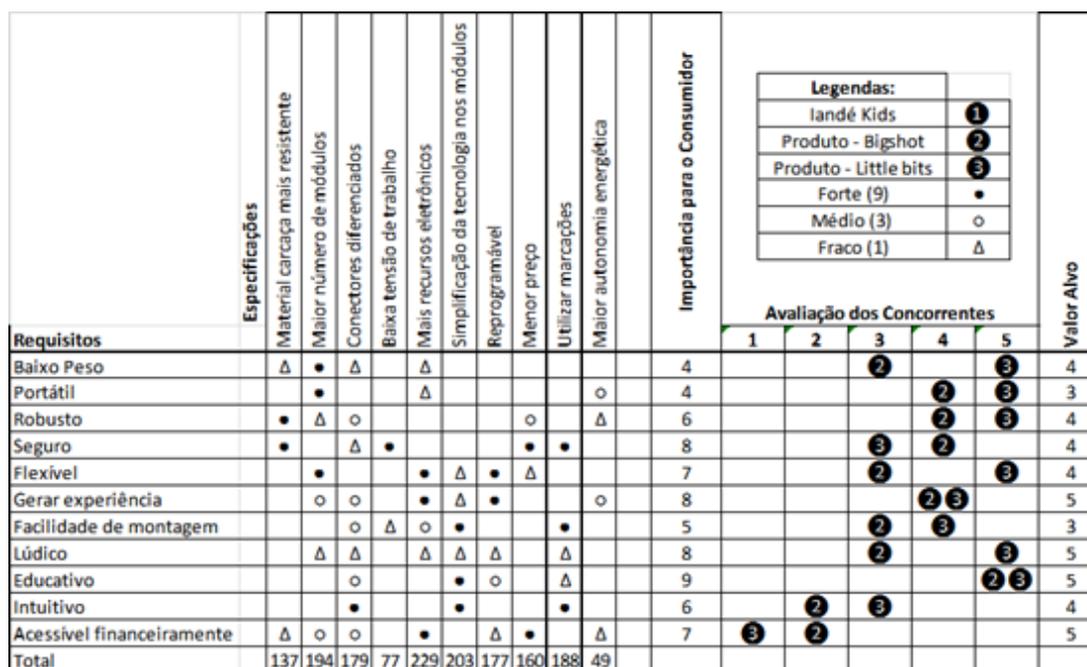


Figura 6 – QFD requisitos RF2 e RNF3 Desenvolvido pelos autores.

Tabela 4 - Relação especificação do produto e sistema eletrônico

Especificação	Como afeta o sistema
Material com carcaça mais resistente	- Tamanho e formato da case interfere no tamanho do sistema embarcado
Maiores número de módulos	- Divisão dos módulos - Entradas e saídas (I/Os) disponíveis
Conectores diferenciados	- Tipos de protocolos disponíveis
Baixa tensão de Trabalho	- Tensão de trabalho
Mais recursos eletrônicos	- Entradas e saídas (I/Os) disponíveis - Programação
Simplificação da tecnologia nos módulos	- Apresentação do sistema (bloco de alimentação, controle, programação, entre outros)
Reprogramável	- Tecnologia do processador - Programação
Menor preço	- Disponibilidade do mercado - TTM

Utilizar marcações	- Apresentação do sistema
Maiores autonomia energética	- Bateria e tempo de autonomia - Programação - Modos de economia de energia

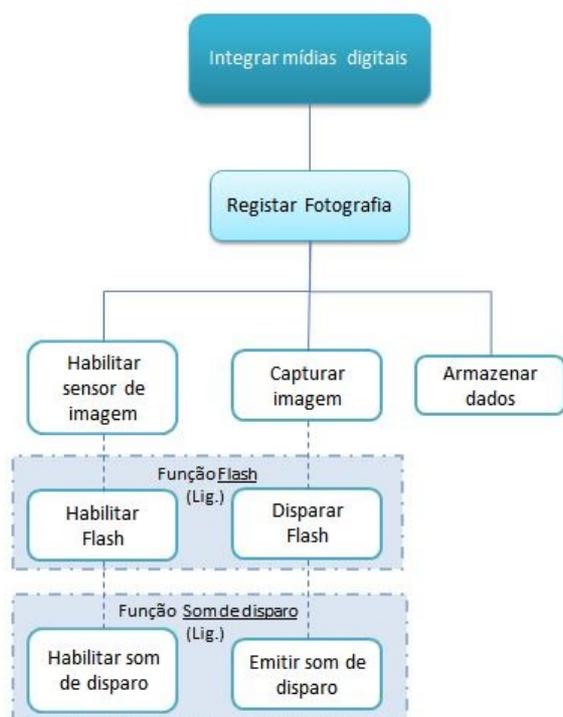
#### 4 PROJETO CONCEITUAL

##### 4.1 Projeto Funcional

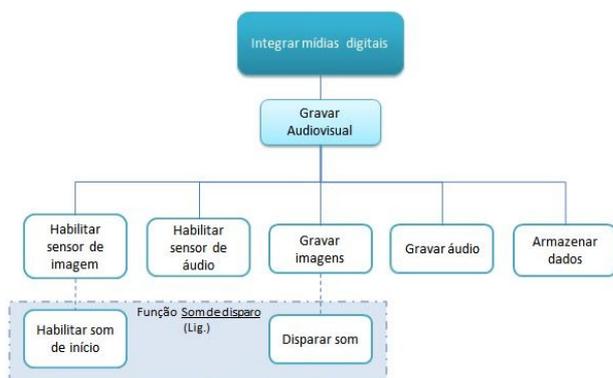
As funções do produto dependem diretamente da integração entre os módulos, ficando dependentes da composição determinada. Dessa forma, a função principal da câmera foi definida como integrar mídias digitais, englobando as subfunções: registrar fotografia, gravar materiais audiovisuais e gerenciar mídias. A habilitação ou não de outras funções pode gerar ações paralelas, por exemplo, registrar uma fotografia com o flash gera a captura da imagem pelo sensor e o disparo do flash. A Figura 7 apresenta a estrutura funcional do produto Landé Kids.



Figura 7a – Diagrama funcional principal Desenvolvido pelos autores.



**Figura 7b –Diagrama funcional | Registrar Fotografia**  
Desenvolvido pelos autores.



**Figura 7c –Diagrama funcional | Gravar audiovisual**  
Desenvolvido pelos autores.



**Figura 7d –Diagrama funcional | Gerenciar mídias**  
Desenvolvido pelos autores.

## 4.2 Casos de uso

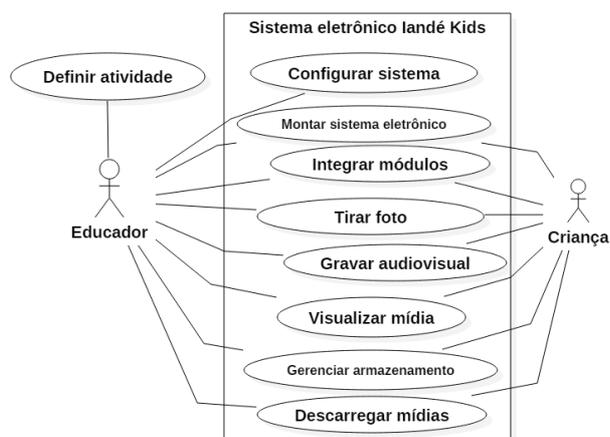
Identificou-se dois atores para as possíveis aplicações do sistema no contexto educacional: o educador e a criança. Portanto, existem dois cenários dentro dessa mediação (Figura 8): no primeiro, o educador define a prática conforme seu planejamento e a competência que visa desenvolver na criança; no segundo, a criança escolhe a atividade com a qual tem mais afinidade e o educador apenas a auxilia no processo.

Portanto, a postura do educador em sua interação com o produto é de mediador:

- 1) **Definir a aplicabilidade** - planejamento da atividade a ser desenvolvida de acordo com a competência desejada.
- 2) **Configurar o sistema** - definir a programação (software) inserida no hardware, conforme sua escolha de atividade.
- 3) **Montar sistema eletrônico** - preparar e montar o sistema visando o ensino da tecnologia.
- 4) **Integrar módulos** - demonstrar a integração dos módulos e seu funcionamento.
- 5) **Tirar fotos** - apresentar de forma prática a fotografia e seus significados, instigando a ferramenta como uma forma de expressão.
- 6) **Gravar material audiovisual** - exibir e explorar o recurso audiovisual com as crianças.
- 7) **Visualizar mídia** - verificar e mostrar o material produzido.
- 8) **Gerenciar armazenamento** - deletar ou alterar o conteúdo disponível.
- 9) **Descarregar mídias** - Transferir dado para outro dispositivo.

A criança, por sua vez, assume o papel de educando e explorador, sendo motivado a utilizar a tecnologia na construção de seu conhecimento:

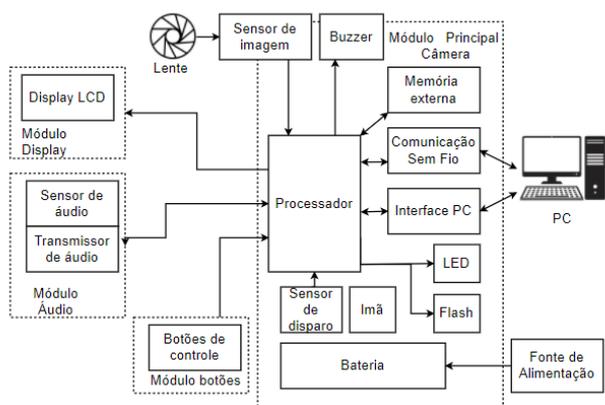
- 1) **Montar sistema eletrônico** - montar o sistema eletrônico e aprender sobre a tecnologia;
- 2) **Integrar módulos** - Fazer a conexão dos módulos e de seu funcionamento;
- 3) **Tirar fotos** - Registrar imagens com a câmera, de acordo com a atividade pedagógica proposta, visando entender seu significado.
- 4) **Gravar material audiovisual** - Gravação tipo stop-motion ou gravação foto-áudio.
- 5) **Visualizar mídia** - Ver mídias produzidas diretamente no display.
- 6) **Gerenciar armazenamento** - Deletar ou alterar mídia armazenada
- 7) **Descarregar mídias** - Transferir dado para outro dispositivo.



**Figura 8 – Caso de Uso sistema eletrônico do Iandé Kids**  
Desenvolvido pelos autores

### 4.3 Projeto Arquitetural

A arquitetura do sistema foi configurada modularmente (requisito 1.11) para atender as funcionalidades do projeto, seguindo seus requisitos e especificações, sendo conceituada conforme a Figura 9. A proposta apresentada visa a construção de um módulo principal e de módulos periféricos que somam outras funções.



**Figura 9 – Projeto arquitetural do Iandé Kids.**  
Desenvolvido pelos autores.

O módulo principal, denominado câmera, engloba os componentes:

- Processador
  - Reprogramável (requisito 1.8)
  - Conexão sem fio (requisito 1.6)
- Sensor de imagem para a captura da imagem (requisito 1.1 e requisito 1.2)
- LED para indicação visual (requisito 1.3) e Flash (requisito 1.9)
- Memória externa para armazenamento das mídias (requisito 1.4)

- Dispositivo de áudio para aviso sonoro das funções (requisito 1.5)
- Conexão serial para comunicação com o computador (requisito 1.10)
- Bateria para fornecer autonomia energética ao produto (requisito 1.7)

Também foram definidos 4 módulos periféricos, os quais combinados podem agregar novas funções ao produto, dentre eles:

- Módulo display para visualizar mídia e auxiliar no gerenciamento das mídias
- Módulo botões para controle dos comandos de gerenciamento
- Módulo microfone para permitir a gravação de áudio que irá compor o material audiovisual (requisito 1.2)

## 5 PROJETO PRELIMINAR

### 5.1 Módulo principal

#### 5.1.1 Tecnologia de Processamento

Definiu-se que a tecnologia de processamento utilizada seria um microcontrolador, uma vez que permite flexibilidade ao projeto, capaz de atender as aplicabilidades requisitadas, além da praticidade de modificação e fácil reprogramação. Possibilita também o ensino de programação e melhor aprendizado do sistema para o público-alvo atendido.

Essas características podem ser ainda mais consolidadas devido aos diversos periféricos disponíveis no mercado, facilidade de desenvolvimento e familiaridade do desenvolvedor com determinados microcontroladores. Para integrar a escolha da tecnologia, considerou-se o baixo consumo de energia e seu alto desempenho em aplicações semelhantes. Dessa forma, escolheu-se o microcontrolador ESP32.

O microcontrolador ESP32 é produzido pela empresa Espressif Systems e sucessor da ESP8266. Suas principais especificações podem ser observadas abaixo:

- CPU: Xtensa® Dual-Core 32-bit LX6
  - ROM: 448 KBytes
  - RAM: 520 Kbytes
  - Flash: 4 MB
  - Clock máximo: 240MHz
- Conexão sem fio
  - Wireless padrão 802.11 b/g/n
  - Conexão Wifi 2.4Ghz (máximo de 150 Mbps)
  - Bluetooth BLE 4.2
- Interfaces e recursos disponíveis
  - Antena embutida
  - Portas GPIO: 34 (para PWM, I2C, SPI, UART, I2S)

- Conversor analógico digital (ADC)
- Conversor digital analógico (DAC)
- Sensores de toque (GPIOs de detecção capacitiva)
- Sensor de efeito Hall
- Pré-amplificador analógico de ultra baixa potência
- Controlador remoto infravermelho
- Sensor de temperatura
- Energia
  - Tensão de operação: 2,2 ~ 3,3V
  - 5uA de consumo no sono profundo
  - Interrupções no GPIO, timer, através de medições no ADC ou pelo sensor de toque capacitivo.
- Dimensionamento placa (Espressif Systems)
  - Distância entre pinos: 2,54 mm
  - Dimensões: 52 mm x 28 mm x 5 mm (desconsiderando os pinos)

O componente foi selecionado dentre outros microcontroladores por já integrar um protocolo de comunicação Wi-fi, padrão 802.11 b/g/n, (implementação futura do armazenamento em nuvem) e o sensor de efeito Hall (possibilita a utilização de um imã como dispositivo de disparo) eliminando esses recursos como componentes periféricos. A maior familiaridade com o processador e com seu ambiente de desenvolvimento também foi considerada, uma vez que permite a redução do TTM e a melhor elaboração das aplicações práticas do produto. Além dessas características, outros atributos influenciaram na escolha, como o número de portas, a dimensão e os sensores de toque (para futuras aplicações).

Outra aplicação possível com a utilização desse microcontrolador engloba a utilização do Wi-fi para o streaming do conteúdo armazenado ou da imagem em tempo real em outro dispositivo. Assim, seria uma alternativa a necessidade do módulo display, porém com a obrigação de ter um dispositivo com o mesmo protocolo de comunicação.

A utilização do microcontrolador possibilitará que a criança programe o sistema adicionando ou modificando funcionalidades básicas do programa por meio de linguagens acessíveis à sua fase de desenvolvimento cognitivo, como o scratch.

#### 5.1.1.1 Módulo Botões

Inicialmente o módulo com botões para navegação foi definido como um módulo externo, porém com a escolha da ESP32, viu-se a oportunidade de utilizar os sensores de toque capacitivos do microcontrolador. Os sensores estão integrados em 10 GPIOs dos quais se analisa uma

interface com três botões: dois para navegação e um para confirmação.

#### 5.1.2 Sensor de imagem

Para o projeto, optou-se por uma câmera com tecnologia CMOS, devido a sua confiabilidade (menor taxas de falhas) em relação aos sensores CCDs, possibilidade de integração com circuitos (um único circuito integrado pode realizar o processamento da imagem e a detecção de borda, além de reduzir o ruído e executar a conversão analógico-digital. A possibilidade de integração *on chip* também permite o aumento do tempo de vida e redução de peso e tamanho. Além disso, sensores CMOS são mais acessíveis e possuem um custo inferior ao CCD.

Para averiguar qual sensor melhor se adaptava aos requisitos e especificações determinados, realizou-se uma análise sincrônica (Tabela 5) de três módulos de câmera compostos com sensores (*on chip*) e lentes.

**Tabela 5 - Análise sincrônica dos sensores de imagem**

Produto	OV7670	OV2640	OV5642
Características da imagem	VGA: 640 x 480  30 fps	2MP: 1600 x 1200  15 - 30 fps	5MP: 2592 x 1944  15 - 120 fps
Tensão de trabalho	an: 2,45 - 3,0V I/O: 1,7 - 3,0V	an: 2,5 - 3,0V I/O: 1,7 - 3,3V core: 1,2 V	an: 2,6 - 3,0V I/O: 1,7 - 3,0V
Permite integração com flash	Sim	Sim	Sim
Funções	Escalar	zoom, <i>windowing</i> , <i>panning</i> .	Espelhar, inverter, cortar, escalar, <i>windowing</i> , <i>panning</i> .
Controle de qualidade de imagem	Saturação, tonalidade (hue), gama, nitidez, anti-blooming (supersaturação)	Saturação, gama, nitidez, correção de lente, redução de ruído, redução de pixel	Saturação, tonalidade e (hue), gama, nitidez, correção de lente, redução

		“estourado”	de ruído, redução de pixel com falha.
Controle de imagem automático	Exposição, balanço de branco, filtro de banda, ganho, calibração de preto	Exposição, balanço de branco, filtro de banda, ganho, calibração de preto	Exposição, balanço de branco, filtro de banda, luminosidade (50Hz/60 Hz), calibração de preto
Preço	R\$ 10,90	R\$ 14,42	R\$ 40,94

Para o projeto, a escolha foi o OV2640 por apresentar qualidade de imagem adequada para as aplicações escolhidas, pelas opções de controle de qualidade e de imagem que possibilita outras noções de fotografia e também pelo custo para implementação.

Para implementar esse componente na placa, é necessário a utilização de reguladores de tensão para alimentação do core (1,2V) e das portas analógicas (2,5 - 3,0V) do sensor. Selecionou-se reguladores LDO da série XC6206 (da Torex), para uma tensão de 1,2V e para 2,8V.

### 5.1.3 Interface PC

A comunicação com computador para programação do hardware ficou definida como sendo a comunicação serial USB, uma vez que já é o padrão dos computadores e microcontroladores (inclusive sendo utilizada na placa de desenvolvimento da Espressif Systems), além de possibilitar uma conexão para alimentação necessária para o sistema em modo operacional. Essa característica permite demonstrações mais rápidas da programação durante a gravação. A placa conterá um conector micro USB fêmea.

Para realizar a conversão USB para TTL, utilizar-se-á em conjunto o chip CP2102N (da Silicon Labs), compatível com as especificações da ESP32 e com regulador de tensão (3,3V) integrado. Esse componente permitirá a comunicação e programação do microcontrolador com o computador por meio do protocolo UART.

### 5.1.4 LEDs

A indicação visual atua como forma de informar o status do produto, optou-se pela utilização de um LED difuso vermelho para atrair a atenção do usuário. Para cada status apresentado, definiu-se um tipo de indicação diferente, como apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6 - Funcionamento do LED de acordo com status indicados**

Status	Indicação
Ligar	Duas piscadas: 2x (250ms on +250ms off)
Desligar	Duas piscadas: 2x (250ms on +250ms off)
Comunicação USB	Constante
Disparo	Piscada única   se flash não habilitado Apagado   se flash habilitado
Conexão de um módulo auxiliar reconhecida	Duas piscadas: 2x (1000ms on +250 ms off)

Para a funcionalidade flash, foi definido um LED de alto brilho branco com uma luminosidade de 180lm, considerando a luminosidade de um flash de celular de aproximadamente 50lm. E deve ser acionado em conjunto com o disparo da foto apenas quando estiver habilitado. Para o modo de gravação de material audiovisual o LED pode ficar aceso durante toda a captação. A Tabela 7 define as especificações de cada LED.

**Tabela 7 - Especificações dos LEDs**

LED	Especificações
Indicador   Difuso	Tensão: 2V Corrente: 20mA Luminosidade: 20lm Resistor a utilizar: 100Ω (¼ W)
Flash   alto brilho	Tensão: 3V Corrente: 350mA Luminosidade: 180lm Resistor a utilizar: 1Ω (¼ W)

### 5.1.5 Cartão de memória

O armazenamento externo será feito em um cartão de memória flash microSD, destacando-se seu tamanho de 15 mm x 11 mm. O cartão será acoplado em um slot do tipo push-push (empurra para travar e empurra novamente para destravar), escolhido para facilitar o manuseio para as crianças.

### 5.1.6 Dispositivo de disparo

Para realizar a captura da imagem, prevê-se o acionamento por meio de um par de ímãs de neomídio e ferrite em conjunto com sensor de efeito hall integrado do microcontrolador. Dessa forma, com a variação da posição de um dos ímãs e consequentemente de seu campo magnético poderá ser identificado pelo sensor.

### 5.1.7 Buzzer

Para indicar o som de disparo, selecionou-se o buzzer piezoelétrico PS1240 (fabricado pela TDK), com uma intensidade de 60dB para alimentação de 3V. Esse componente também será acionado para indicar o momento de ligar e desligar o sistema.

### 5.1.8 Bateria

Para manter a autonomia do sistema para que os usuários possam optar-se pela utilização da bateria 18650 de Li-ion de 3,7V e recarregável. Para a aplicabilidade dessa bateria no sistema é necessário um suporte para a bateria que se adeque ao modelo. Para a proteção da bateria foi selecionado o chip AP9101C da Diodes Incorporated, que atua contra sobrecarga de tensão e corrente, limite de tensão e corrente de descarregamento e outras anomalias. Também foi necessário utilizar reguladores LDO da série XC6206 para estabilizar a tensão para 3,3V, considerando a variação desse tipo de bateria para até 4,2V.

Com a inserção do circuito de alimentação no módulo principal também se optou em dispor um botão do tipo interruptor de dois estados para ligar e desligar o sistema, bem como possibilitar a remoção do suporte da bateria.

Para definir o consumo de energia, considerou-se o consumo de uma placa de desenvolvimento ESP32-Cam (do desenvolvedor Ai-thinker), considerando-se que esse módulo possui componentes semelhantes para a aplicação fundamental do projeto e os valores fornecidos (Tabela 8) se aproximam mais do real em comparação a estimativas feitas pelos datasheets individuais.

**Tabela 8 - Consumo estimado do módulo principal**

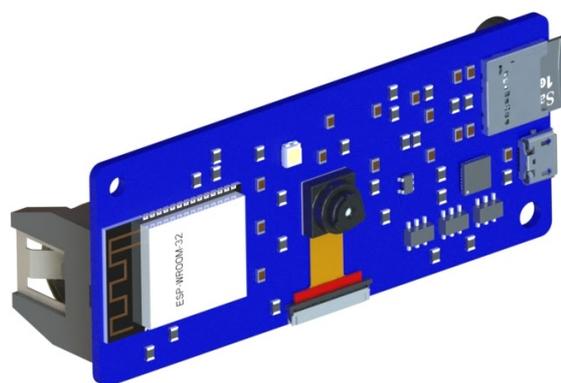
Modo	Consumo
Flash desligado	180 mA
Flash ligado	310 mA
Deep Sleep	6 mA

Pressupondo que uma atividade de uma hora demande 30 fotos, sendo 25 sem flash e cinco com flash, e o sistema em deep sleep no restante do tempo, calcula-se um consumo de aproximadamente 457,83mA. Dessa forma, uma bateria Samsung INR18650-35E com 3500mAh seria o suficiente para 7 atividades completas, ou 7,6 horas. Se todas as fotos fossem tiradas com flash, a autonomia da bateria seria reduzida para 6,8 horas.

### 5.1.9 Modelamento da proposta

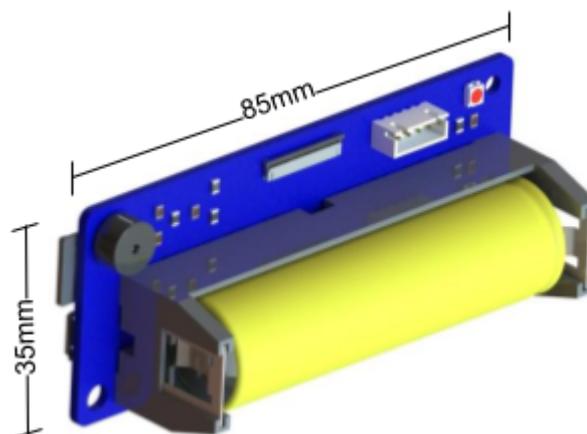
Realizou-se um estudo do modelamento da placa em Computer-Aided-Design (CAD) para visualizar a disposição dos componentes considerando as interações com o usuário, como por exemplo: a bateria na face oposta à câmera, o led flash próximo ao sensor de imagem, o led indicativo na visão do usuário, entre outros.

Após essa análise, delineou-se uma configuração (Figura 10a e 10b) e com as dimensões dos componentes foi possível fazer uma estimativa do tamanho da placa.



**Figura 10a – Modelamento frontal da PCI proposta para o projeto Iandé Kids.**

**Desenvolvido pelos autores.**



**Figura 10b – Modelamento traseiro da PCI proposta para o projeto Iandé Kids.**

**Desenvolvido pelos autores.**

## 5.2 Módulos Periféricos

### 5.2.1 Módulo Áudio

#### 5.2.1.1 Microfone

O microfone definido para a aquisição do áudio do módulo periférico foi o ICS-43434 da InvenSense. Esse sensor tem funcionamento baseado em sistemas microeletromecânicos, possui conversor analógico-digital e interface I2S, resolução com alta precisão de 24-bit e baixo consumo energético. As especificações do sensor podem ser observadas na Tabela 9.

**Tabela 9 - Especificações do ICS-43434**

Parâmetro	Valor
Tensão de operação	1,65 até 3,63V
Corrente   alta performance	490 $\mu$ A
Corrente   em repouso	120 $\mu$ A
Taxa de aquisição (alta performance)	23 – 51.6 kHz

#### 5.2.1.2 Alto-falante

Para complementar o módulo de áudio foi necessário selecionar um dispositivo para a saída de áudio. Considerando-se relatos de experiências que afirmavam a baixa qualidade do DAC integrado da ESP32, optou-se pela utilização de um conversor externo, o DAC para áudio de baixa potência UDA1334 (da NXP Semiconductors, atualmente produzido por Rochester Electronics), o conversor foi utilizado em conjunto com dois micro alto-falantes CMS-151103 (da CUI Devices) para o canal esquerdo e direito. A Tabela 10 traz as especificações do conversor.

**Tabela 10 - Especificações do UDA1334**

Parâmetro	Valor
Tensão de operação (A/I)	2,4 até 3,6V
Corrente   modo áudio	3,5mA + 2,5mA
Corrente   modo vídeo	3,5mA + 4,5mA

### 5.2.2 Módulo Display

Para compor o módulo display foi selecionado o display LCD TFT com o driver chip ILI9341 (produzido pela ILITEK), o qual possui resolução 240x320 e 2,4 polegadas (42,5 x 60,3 mm), conta com uma interface de comunicação SPI. As especificações desse componente podem ser verificadas na Tabela 11.

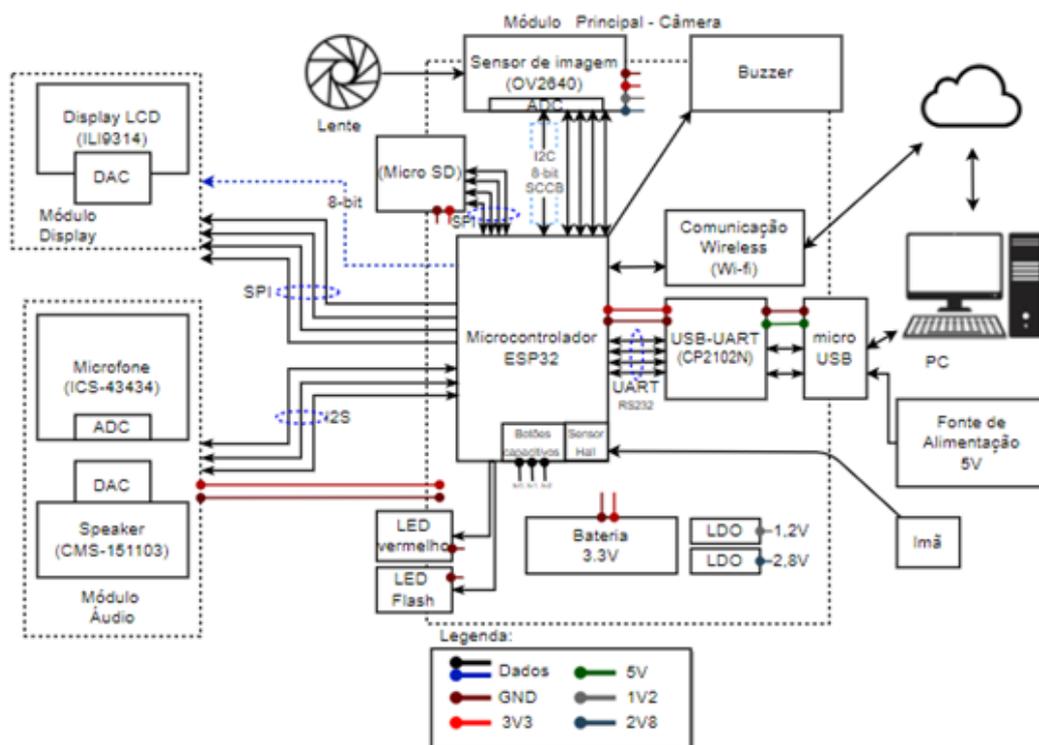
**Tabela 11 - Especificações do driver chip ILI9341**

Parâmetro	Valor
Tensão de operação	1,65 - 3,3V
Corrente   normal	10 - 50mA*
Corrente   em repouso	100 $\mu$ A

\* Valores variam conforme utilização, referência de práticas de terceiros.

## 5.3 Conexão entre módulos

Com a definição dos componentes de cada módulo, foi possível especificar a arquitetura do sistema, inserindo também as interfaces de comunicação entre componentes e entre módulos. A Figura 11 apresenta a solução final escolhida para a constituição do sistema embarcado projetado. A construção visual do sistema possibilita uma melhor verificação das interfaces físicas necessárias para realizar a conexão entre os módulos.



**Figura 11 – Proposta do sistema eletrônico Iandé Kids e suas interfaces de comunicação. Desenvolvido pelos autores.**

#### 5.4 Estimativa de Custo

Para estimar o custo individual do lote inicial do sistema eletrônico da câmera Iandé Kids, realizou-se a cotação dos componentes para a produção de 100 unidades, utilizando como referência os catálogos da Digkey e da Mouser. O custo aproximado dos componentes de cada módulo foi descrito nas Tabelas 12, 13 e 14. Como cotou-se em empresas estrangeiras, além da conversão do valor para a moeda nacional (real), também é necessário considerar a taxa de importação sobre as compras. Estima-se que com o imposto o valor dos de cada módulo seria aproximadamente o dobro do valor convertido.

**Tabela 12 - Estimativa de custo dos componentes do módulo principal**

Módulo Principal - Câmera		
Componente	Valor original	Valor convertido <sup>3</sup>
ESP 32	US\$ 3,80	R\$ 20,37
OV2640	US\$ 2,56	R\$ 14,42

Conector para cabo flex	US\$ 0,61	R\$ 3,27
XC6206 (1,2V/ 2,8V/ 3,3V)	US\$ 0,72	R\$ 3,86
Micro USB	US\$ 0,44	R\$ 2,36
CP 2102N	US\$ 1,22	R\$ 6,54
LED difuso	US\$ 0,09	R\$ 0,48
LED alto brilho	US\$ 0,15	R\$ 0,80
Battery holder 18650	US\$ 1,79	R\$ 9,59
AP9101C	US\$ 0,17	R\$ 0,91
Buzzer	US\$ 0,39	R\$ 2,09
Ímãs de neomídio (par)	US\$ 0,19	R\$ 1,02
Componentes passivos <sup>4</sup>	US\$ 1,50	R\$ 8,04
<b>Custo do módulo</b>	<b>US\$ 13,63</b>	<b>R\$ 73,76</b>

<sup>4</sup> Componentes passivos consistem em capacitores e resistores que irão atuar como filtros, divisores de tensão, capacitores de desacoplamentos, entre outros. O valor é apenas uma estimativa dos gastos.

<sup>3</sup> Cotação do dólar no momento da conversão R\$ 5,36

**Tabela 13 - Estimativa de custo dos componentes do módulo áudio**

Módulo Áudio		
Componente	Valor original	Valor convertido
ICS-43434	US\$ 1,76	R\$ 9,43
UDA1334	US\$ 0,63	R\$ 3,38
CMS-151103	US\$ 1,11	R\$ 5,95
Componentes passivos	US\$ 0,80	R\$ 4,29
<b>Custo do módulo</b>	<b>US\$ 4,30</b>	<b>R\$ 23,05</b>

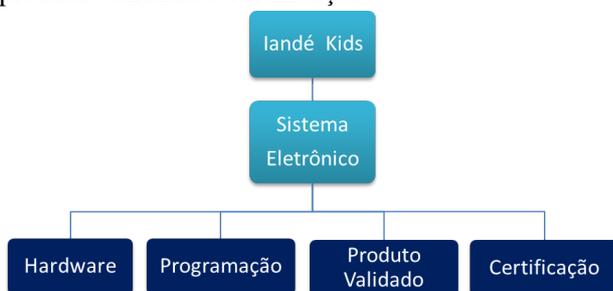
**Tabela 14 - Estimativa de custo dos componentes do módulo display**

Módulo Display		
Componente	Valor (original)	Valor (convertido)
ILI9341	US\$ 4,74	R\$ 25,39
Adaptador do conector	~US\$ 0,93	R\$ 5,00
<b>Custo do módulo</b>	<b>US\$ 5,87</b>	<b>R\$ 30,39</b>

**6 TIME-TO-MARKET**

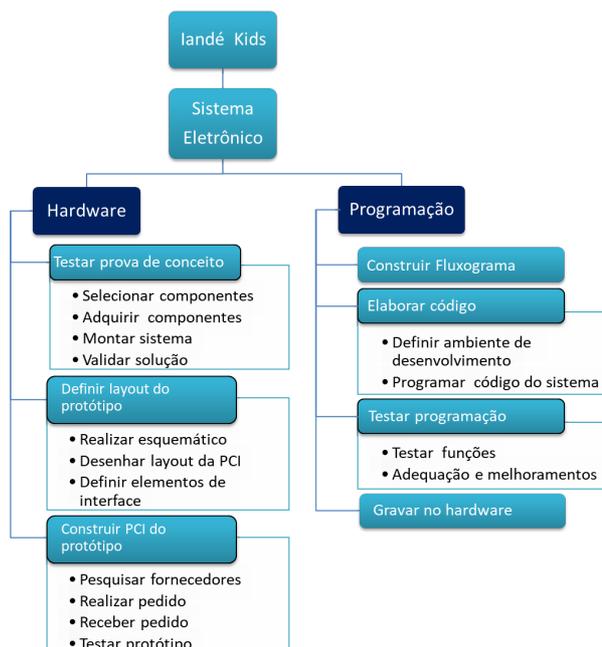
**6.1 Estrutura Analítica de Projetos (EAP)**

Para verificar as próximas etapas para lançar o produto no mercado, foi construída uma EAP (Figura 12a, 12b e 12c). As entregas (Figura 9) foram divididas em: hardware, programação, produto validado e certificação.



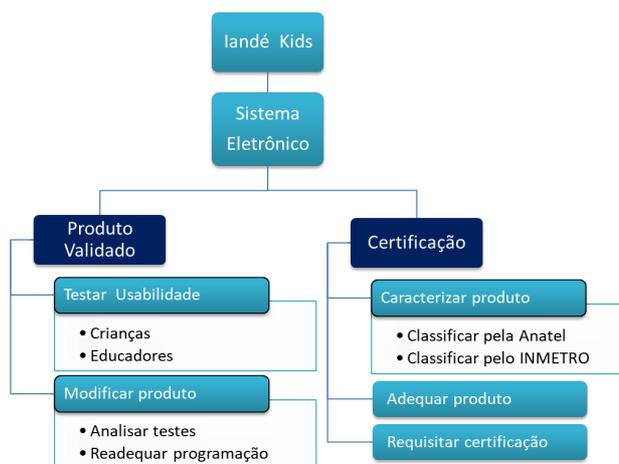
**Figura 12a – Entregas do EAP do projeto Iandé Kids**

Desenvolvido pelos autores.



**Figura 12b – EAP do projeto Iandé Kids: Hardware e Programação**

Desenvolvido pelos autores.



**Figura 12c – EAP do projeto Iandé Kids: Produto Validado e Certificação.**

Desenvolvido pelos autores.

**6.2 Gráfico de Gantt**

Com base no EAP foi possível estimar o tempo necessário até o pedido de certificação do produto (como o tempo das certificações podem variar, não acrescentou-se na estimativa), por meio da utilização do gráfico de Gantt. Considerou-se apenas um desenvolvedor para realizar as atividades. O tempo até a solicitação da certificação é de 66 dias, como apresentado na Figura 13.

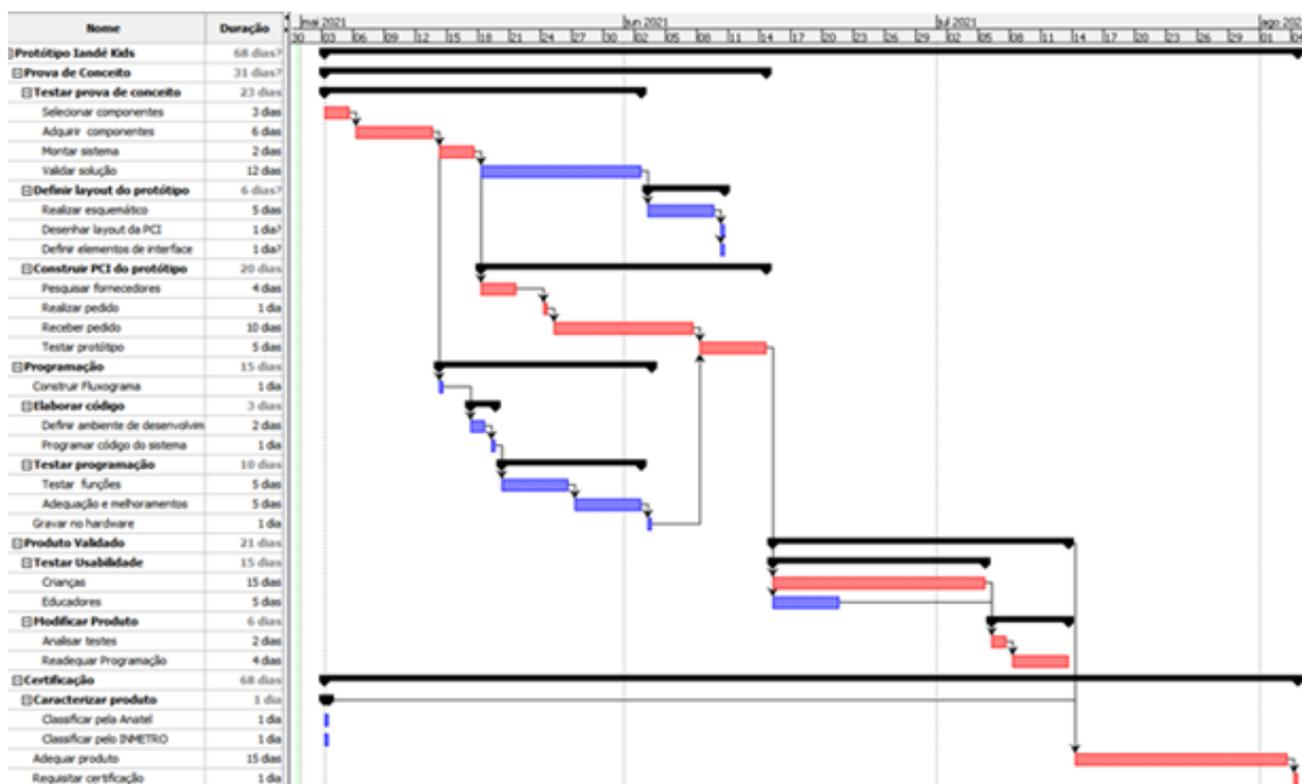


Figura 13 – Gráfico de Gantt referente a continuação do projeto Iandé Kids. Desenvolvido pelos autores.

## 7 CONCLUSÕES

O Iandé Kids é uma tecnologia que pretende inserir a fotografia como uma ferramenta para auxiliar no desenvolvimento cognitivo e social da criança. O presente artigo permitiu a demonstração de uma síntese do projeto do sistema eletrônico do produto, considerando-se todos os requisitos necessários para possibilitar a interação com o público-alvo.

Seguindo uma metodologia PRODIP adaptada, cada etapa foi essencial para o desenvolvimento do projeto. Com o projeto informacional, foi possível perceber as minúcias que precisam ser consideradas em um produto para crianças, principalmente em se tratando de um produto com caráter educativo.

Já o projeto conceitual propiciou um panorama da configuração do produto e ressaltou que apesar do público-alvo serem as crianças, o Iandé Kids é uma proposta de ferramenta para ensino e aprendizagem, ou seja, também será utilizado pelo educador, dessa forma, é preciso considerá-lo no projeto.

Por fim, o projeto preliminar viabilizou um estudo para a seleção de componentes e conseqüentemente o esboço da configuração final do sistema. Ressalta-se que a proposta elaborada

atende aos requisitos do projeto, porém, para as próximas etapas é preciso validar o projeto de forma funcional, construir um protótipo para testar a usabilidade, realizar os ajustes necessários e finalmente lançar no mercado.

Durante o processo foram constatadas possibilidades de alterações para potencializar o projeto, como a utilização de um display LCD com touch screen para substituir o display LCD convencional e os botões capacitivos de controle, dessa forma reduziria-se o custo e o tempo de programação do sistema.

## REFERÊNCIAS

ABRINQ. **Estatísticas brinquedos 2020**. Anuário. 2020.

Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. **A Integração dos ODS**. Disponível em: <[http://www.agenda2030.com.br/os\\_ods/](http://www.agenda2030.com.br/os_ods/)>. Acesso em: 20 nov. 2020.

BERGAMO, G. **Geração mobile: a maneira como as crianças consomem tecnologia mudou**. Disponível em: <<https://revistacrescer.globo.com/Crianças/Comport>>

amento/noticia/2018/08/maneira-como-criancas-con-somem-tecnologia-mudou.html> Acesso em: 12 set. 2020.

BIGSHOT CAMERA. Disponível em: <<http://www.bigshotcamera.com/>> Acesso em: 13 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Infantil** / Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, 2010.

CAMPOS, F. **Por que a tecnologia 'não funciona' na escola?** Disponível em: <<https://epoca.globo.com/coluna-por-que-tecnologia-nao-funciona-na-escola-24027089>> Acesso em: 10 dez 2020.

CARPES JUNIOR, W. P. **Introdução ao Projeto de Produtos**. 1.ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

DIGIKEY. Orçamento de componentes <<https://www.digikey.com/>>

FELIX, B.P. **A criação de um produto ludo-pedagógico: um auxílio ao desenvolvimento cognitivo da criança através da fotografia**. Curso superior de tecnologia em design de produtos – Departamento acadêmico de metal-mecânica. Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

GONÇALVES, C. J., & ANTONIO, D. A. **As múltiplas linguagens no cotidiano das crianças. As Brincadeiras Infantis: O Papel Do Professor Na Sua Constituição**, 9(16), 85–108. 2007.

GOURLART, I. B. **Piaget: experiências básicas para utilização pelo professor**. 21.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

INEP. **Sinopse Estatística da Educação Básica de 2018**. 2019.

KIDIZOOM FLIX CAMERA. Disponível em: <[https://www.vtech.co.uk/product/detail/18140/Kidizoom\\_Flix\\_](https://www.vtech.co.uk/product/detail/18140/Kidizoom_Flix_)>. Acesso em : 13 jun. 2020.

LITTLEBITS. Disponível em: <[https://sphero.com/collections/all/family\\_littlebits](https://sphero.com/collections/all/family_littlebits)> . Acesso em: 13 jun. 2020.

MOUSER. Orçamento de componentes <<https://br.mouser.com/>>

MOTA, L. G. et al. **A importância da comunicação visual na transmissão e consolidação dos conhecimentos de aluno de ead na área da saúde: uso aplicado na elaboração de**

**exercícios de fixação de conteúdo**. In: 22º CIAED Congresso Internacional de Educação a Distância. Brasília, 2016.

PINE II, B. J.; GILMORE, J. H. **O espetáculo dos negócios: desperte emoções que seduzam os clientes, sensações intensas determinam o valor de produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1999.

PIAGET,. **Seis estudos de psicologia**. Tradução Maria Alice Magalhães D' Amorim e Paulo Sergio Lima Silva. 24 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003.

PLETSCH, G. K. . **As múltiplas linguagens na Educação Infantil**. In: II Congresso de Educação da UNISO, 2005, Sorocaba. II Congresso de Educação da UNISO. Sorocaba: UNISO, 2005.

Sanchez, M. **UX pode valorizar em mais de 1.000% seu produto ou serviço** Disponível em: <<https://uxpmbrasil.com.br/ux-pode-valorizar-em-mais-de-1-000-seu-produto-ou-servi%C3%A7o-db9f1957088c>> Acesso em: 02 set 2020.

SILVA, P.F. **O uso das tecnologias digitais com crianças de 7 meses a 7 anos: Como as crianças estão se apropriando das tecnologias digitais na primeira infância?** Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017.

TAVARES, M.J; FERNANDES, I.R; TAVARES, L.V. **A cognição e as tecnologias: aprendizagem mediada pela interação**. Revista InterSciencePlace. Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, s1-s11, Janeiro/Março. 2017.

TERRA, M. R. **O desenvolvimento Humano na Teoria de Piaget**. São Paulo, 2005.