



Universidade de Brasília – UnB
Faculdade UnB Gama – FGA
Projeto Integrador de Engenharia 1

Conectividade nas Escolas: BioChamada

Orientadores: Evandro Teixeira, Artur Bertoldi, Diogo Caetano,
Paula Meyer, Ricardo Ajax e Tallita Nunes

Brasília, DF

2019



Aline Lermen, Ana Luisa Brito, Breno Barreto, Fernando Alves, Iago Theófilo, Josias Tsidquenu, Marcus Vinícius Abner, Matheus Dias, Matheus Feitoza, Pedro Augusto, Ruan Diego, Tiago Avelino, Victor Amaral, Yasmin Ferreira e Yasmine Andrade

Conectividade nas Escolas: BioChamada

Relatório referente ao projeto BioChamada visando a conectividade nas escolas assim como a metodologia Educação 4.0, no âmbito da disciplina Projeto Integrador de Engenharias 1.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade UnB Gama – FGA

Orientador: Evandro Teixeira, Artur Bertoldi, Diogo Caetano, Paula Meyer, Ricardo Ajax e Tallita Nunes

Brasília, DF

2019

Apresentação

O projeto BioChamada é a composição de um robusto e ergonômico dispositivo eletrônico para leitura biométrica, junto a uma aplicação web que visa impulsionar a conectividade nas instituições de ensino solucionando os problemas recorrentes no processo chamada nas salas de aula.

No que tange essa atividade corriqueira a ser realizada pelos professores, os principais problemas a serem combatido pela solução BioChamada são evitar fraudes nos documentos de frequência de aula e otimizar o processo de chamada. Assim, os professores podem melhor aproveitar o tempo de suas aulas com o conteúdo a ser ministrado. A BioChamada também facilita processos desnecessários e exaustivos para os professores como a transferência dos dados de frequência de suas turmas para as plataformas digitais. E por fim, possibilita ao professor ter uma visão ampla do engajamento e assiduidade de suas turmas.

Visando uma integração mais ampla de todo o corpo docente das instituições de ensino, o mercado alvo do projeto BioChamada são as próprias instituições de ensino, pois entendemos que se faz necessário a compatibilidade dos interesses a serem atendidos entre o projeto e as políticas internas de cada instituição.

O projeto e desenvolvimento da BioChamada conta com as 5 competências de engenharia da UnB-FGA. As engenharias Eletrônica e de Software desenvolvendo a aplicação web e firmware do sistema embarcado. As engenharias de Energia e Eletrônica no desenvolvimento do hardware dedicado. E por fim, as engenharias Aeroespacial e Automotiva no desenvolvimento da ergonomia e resistência do invólucro do dispositivo eletrônico para leitura biométrica.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	Conectividade e Educação 4.0	5
1.2	Problematização: Controle de Frequência dos Alunos	5
1.3	Solução: BioChamada	6
2	PROJETO CONCEITUAL DO PRODUTO	7
2.1	BioChamada - Chamada Biométrica Inteligente	7
2.1.1	Conceito do BioChamada	7
2.2	Mercado Alvo	7
2.2.1	Consumidor Final	9
2.2.2	Indicadores do Mercado Alvo e Consumidor Final	9
2.3	Requisitos	10
2.4	Legislação	12
2.4.1	Direitos Autorais: Uso de câmeras em salas de aula	12
2.4.2	Falsidade Ideológica: Fraudes nas listas de presença	12
2.4.3	Lei Geral de Proteção de Dados: Divulgação de dados dos alunos	12
2.5	Justificativa do BioChamada	15
2.6	Concorrência	15
2.7	Características Gerais do Produto	16
3	CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	17
3.1	Invólucro	17
3.1.1	Design e Ergonomia	17
3.1.2	Materiais	21
3.1.3	Impressão e testes	24
3.2	Hardware	32
3.2.1	Escolha de Componentes	32
3.2.2	Conexão de Hardware	36
3.3	Aplicação	39
3.4	Integração das Áreas	44
3.4.1	Integração Invólucro-Hardware	44
3.4.2	Integração Firmware-Hardware	46
3.4.3	Integração Firmware-Software	46
4	ORÇAMENTO DO PROJETO	48

5	CRONOGRAMA DO PROJETO	50
6	LIÇÕES	53
6.1	Planejado X Realizado	53
6.1.1	Requisitos não atendidos	53
6.1.2	Prazo	53
6.1.3	Orçamento	54
6.2	Melhorias para o BioChamada	54
6.3	Desafios Enfrentados	54
6.4	Aprendizagem	55
6.5	Recomendações para Projetos Futuros	56
6.6	Desempenho dos Fornecedores	57
	REFERÊNCIAS	58
	Appendices	59

1 Introdução

Nesta seção são apresentados os conceitos iniciais do projeto, assim como a problematização que levou ao surgimento da ideia e a integração com a educação 4.0, que busca melhorias no processo de ensino.

1.1 Conectividade e Educação 4.0

Em diversos momentos de transformação industrial a educação passou por um processo de adequação com o objetivo de atender a demanda do trabalho moderno ([PORTO, 2018](#)). Dessa maneira a educação 4.0 busca utilizar os benefícios da chamada quarta revolução industrial, de forma a dinamizar o processo de ensino e otimizar a interação entre alunos, professores e pais.

Esse modelo de educação se baseia em "aprender fazendo", assim utilizando de dispositivos baseados em tecnologias como Internet das Coisas, Inteligencia Artificial, entre outras. As ferramentas digitais passam a ser desfrutadas, retirando a ideia do uso exclusivo dos recursos tecnológicos, resultando a ludicidade, fazer coletivo e promover a interação.

Dessa forma, o projeto da chamada digital é uma integração para esse cenário trazendo uma praticidade dentro da sala de aula, onde o professor perderá menos tempo fazendo a chamada oral dos alunos, além disso o número de faltas é controlado pois os responsáveis tem total acesso à frequência.

1.2 Problematização: Controle de Frequência dos Alunos

Tendo em vista todas as características e vantagem da educação 4.0, surgem diversos desafios e oportunidades para aplicação de dispositivos eletrônicos, visando otimizar o processo de ensino. Dentro do escopo da educação 4.0 uma das atividades que sofreu poucas modificações nos últimos anos é a de controle de frequência e por conta disso apresenta diversos pontos passíveis de melhoria, alguns destes são apresentados abaixo.

- 1. Recorrência:** Devido a atividade de controle de frequência ser realizada no período da aula e em todas as aulas a serem ministradas pelo professor, esse processo acaba se tornando exaustivo, já que este, muitas vezes, deve realizada para turmas muito grandes.

2. **Desperdício de tempo:** Outro fator relevante é o consumo de tempo da aula com uma atividade que não trata diretamente de conteúdo acadêmico, mas de um método de verificação de presença que, em detrimento do contingente de alunos, pode durar um tempo considerável.
3. **Fraude:** Um terceiro fator analisado é a veracidade da informação obtida no controle de frequência. Levando em consideração que o método mais comum utilizado para registrar a presença, em faculdades por exemplo, é por meio da assinatura do aluno. Porém essa metodologia é passível de fraude sem oferecer muitos obstáculos.
4. **Consumo de papel:** Um quarto fator considerável é o consumo de papel provocado pelas listas de presença, da mesma forma que os demais tópicos o consumo de papel cresce na medida que o número de alunos da instituição aumenta, sem contar a necessidade de armazenamento de tais documentos.
5. **Transferência para plataformas digitais:** A necessidade de transferência dos dados de frequência para uma plataforma cujos dados serão contabilizados e armazenados, demandando tempo e trabalho manual desnecessário do professor.

1.3 Solução: BioChamada

Com o objetivo de otimizar o processo de controle de frequência dos alunos e atender os problemas apresentados foi pensado em um dispositivo microprocessado com um sensor leitor de biometria: a BioChamada.

Esse dispositivo é capaz de realizar a leitura da digital, validando a presença do aluno de uma forma mais eficaz e mais segura, tendo em vista a dificuldade de forjar a digital do dedo humano. Por conta da robustez do leitor de biometria há uma economia de tempo, pois com a utilização do dispositivo a chamada passa a ser realizada de uma forma autônoma e a integração com o servidor e aplicação web realiza o processo de digitalização de forma automática. Por fim a perda de papeis é evitada, já que o processo é realizado pelo dispositivo.

2 Projeto Conceitual do Produto

2.1 BioChamada - Chamada Biométrica Inteligente

2.1.1 Conceito do BioChamada

A BioChamada é um conjunto de hardware dedicado e aplicação web planejados e desenvolvidos para tornar o processo de chamada mais fácil, rápido e confiável. O BioChamada conta com um dispositivo eletrônico que realiza o controle de frequência às aulas contabilizando a presença dos alunos utilizando de leitura biométrica. Além do hardware dedicado, o BioChamada dispõe de uma aplicação web, onde o consumidor final - o professor - terá a interface usuário-máquina consistindo no acesso a dois tipos de informações: Dados das turmas as quais o professor ministra aulas e dados dos alunos cadastrados em suas disciplinas. Na tabela 8 são listados os serviços disponibilizados pela aplicação web do BioChamada.

Tabela 1 – Serviços a serem disponibilizados pela aplicação web do BioChamada

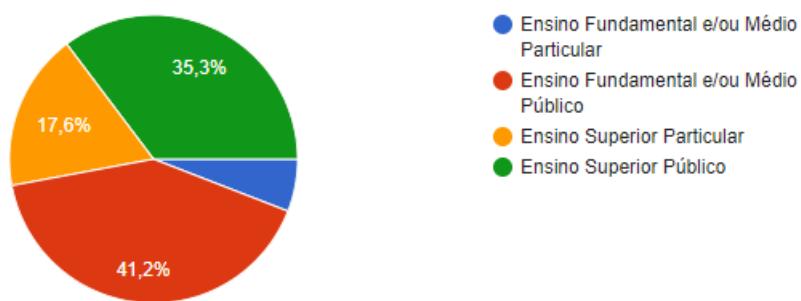
Dados das Turmas	Dados dos alunos
Sala	Nome, matrícula e turma
Horário	Frequência Individual do aluno
Capacidade/Utilização da sala	- Escala temporal (presenças, faltas, faltas justificadas)
Frequência global da turma	- Gráfico Pizza (presenças, faltas, faltas justificadas)
- Gráfico Pizza (presença, falta e falta justificada)	

2.2 Mercado Alvo

Para a definição de mercado alvo e consumidor final foi realizada uma pesquisa de adesão ao produto por parte do principal beneficiado pelo projeto, o professor. Dessa forma foi feito um questionário contendo a descrição do produto e 3 campos resposta: Tipo de instituição, Adesão ao produto e Sugestões e comentários sobre o projeto.

Tipo de Instituição de Ensino

17 respostas



Você seria adepto do produto e serviço BioChamada

17 respostas

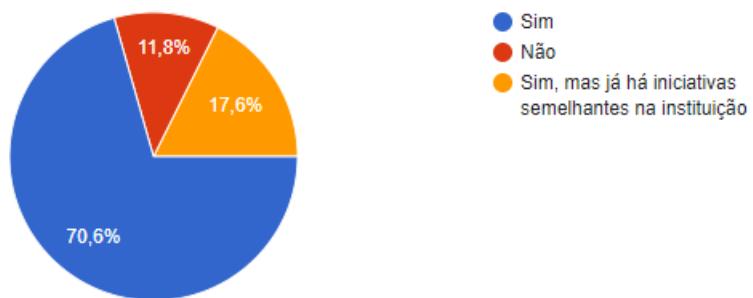


Figura 1 – Pesquisa de Adesão do produto pelo Consumidor Final - Plataforma *Google Forms*

Comentários e sugestões do consumidor final

- "Sistema de biometria baseado em reconhecimento facial usando Processamento Digital de Imagens seria uma proposta interessante"
- "Seria interessante incluir campo para se colocar notas de avaliações do aluno bem como se o aluno apresenta alguma necessidade especial (autismo, TDH, DPAC, etc)"
- "É uma ótima ideia ter algo digitalizado do aluno, diferentemente do que acontece na minha instituição"
- "Seria bom se a instituição implantasse o produto"

- "Ótima ideia, iria poupar bastante tempo, esforço e estresse"
- "Eu dou aula para crianças e acho melhor fazer a chamada oral."
- "Poderia ser oferecido às instituições"
- "Que tal apresentar as notas? ou algum indicador de desempenho na disciplina"
- "Sugiro outros serviços q facilite a vida do professor, tipo, modelos simplificado de planos de ensino, banco para armazenamento e gerenciamento de questões/atividades"

Após a pesquisa e comentários dos participantes ficou mais claro para a equipe definir o mercado alvo e o consumidor final do produto. Muitos dos professores enfatizaram que essa é uma excelente iniciativa, mas é algo que deve ser passado de cima para baixo, ou seja, é uma metodologia que deve ser proposta e implantada pela instituição, pois diz respeito a políticas internas de cada instituição de ensino. Dessa forma foi definido o mercado alvo da BioChamada: as instituições de ensino médio e superior, inicialmente do Distrito Federal.

2.2.1 Consumidor Final

Após a definição do mercado alvo, é possível designar quem é o consumidor final da BioChamada. O personagem central a se beneficiar da solução proposta é o professor, logo o consumidor final do produto é o corpo docente das instituições que se tornarem adeptas da solução BioChamada.

2.2.2 Indicadores do Mercado Alvo e Consumidor Final

Para apontar alguns indicadores de mercado consumidor, foi feita uma pesquisa sobre o contingente do corpo docente de algumas instituições de ensino. Para apresentar números reais a pesquisa se manteve direcionada apenas às instituições públicas de ensino, pois de acordo com a Lei nº 4.850 é obrigatória a divulgação, em tempo real, de dados, informações e indicadores de insumos, processos e resultados educacionais do sistema público de ensino do Distrito Federal.

Logo, devido a política de transparência do sistema educacional público foi possível ter acesso a dados e indicadores sobre a população escolar de nível fundamental e médio através do portal da Secretaria de Estado de Educação. Da mesma forma ocorreu com o acesso a informações sobre a população universitária da Universidade de Brasília, obtendo os dados de 2017 no portal de notícias da UnB. Para a contagem do contingente de professores da SEDF foram contabilizados apenas os docentes ativos em status normal, ou seja, não afastados do cargo.

Tabela 2 – Indicadores de Mercado Alvo e Consumidor Final

Instituição de Ensino	Contingente do Corpo Docente
Universidade de Brasília - UnB	2.787
Secretaria de Educação do DF - SEDF	25.191

Todos os dados obtidos estão disponíveis em ([UNBNOTICIAS, 2018](#)) e ([SEEDF, 2017](#)) e os dados de ambas instituições são pertinentes ao ano de 2017.

2.3 Requisitos

Para atender a problemática do projeto foram pensado nos requisitos para cada uma das áreas apresentadas. Esses requisitos permitem restringir o escopo do projeto, além de possibilitar uma visão mais criteriosa do protótipo que será apresentado.

1. Identificação dos alunos
2. Tempo de coleta dos dados
3. Interface de hardware com o usuário
 - a) Confirmação do registro da digital
 - b) Confirmação do registro da presença
 - c) Tempo de Bateria
 - d) Conexão com a rede
4. Portabilidade
 - a) Autonomia energética
 - b) Autonomia de armazenamento de informações
 - c) Robustez e resistência do mecanismo
5. Conexão com o servidor
6. Interface de software com o usuário
 - a) Criação de conta e login
 - b) Cadastro, edição e visualização da turma
 - c) Lista de alunos
 - d) Informações individuais dos alunos
 - e) Relatórios de registro acadêmico

A identificação dos alunos será feita através de duas etapas: leitura biométrica feita pelo dispositivo eletrônico e comparação da digital lida com a digital cadastrada do aluno. O tempo para a coleta desse dado, em condições ideais (vidro do sensor limpo, baixa movimentação do dedo na superfície) deverá ser de até 3 segundos. Após a digital lida e verificada, o registro da presença será salvo no banco de dados. O cadastro será feito com apenas uma digital de preferência do aluno. Caso este não possua digital, o processo será feito manualmente pelo professor, através do aplicativo web.

O equipamento proposto deve ser portátil, para que possa tornar o processo de chamada mais prático e dinâmico, transitando o dispositivo entre os alunos presentes na sala. Para tal, o dispositivo conta com alimentação própria de baterias recarregáveis com autonomia de até 6 horas ininterruptas. Para recarregar a bateria será utilizado um dispositivo de chaveamento, de forma que quando o circuito for desligado a bateria está apta para começar a carregar. E quando o dispositivo tornar ao modo de uso normal a bateria fornecerá a energia necessária. Quanto a sua estrutura, ela foi pensada de modo a ser mecanicamente robusta e resistente a quedas, devido ao manuseio constante dos alunos enquanto utilizam o dispositivo.

Para que as informações sejam armazenadas no aplicativo, é necessário uma conexão Wi-Fi. Não havendo conexão com a rede, o dispositivo eletrônico possui capacidade de armazenamento de até 4GB de memória. Tornando assim possível salvar os dados da presença e o horário em que a coleta desses dados foi realizada, para que quando haja conexão à internet esses dados possam ser enviados e armazenados no servidor.

Tratando de interface com o usuário, haverão dois tipos: Interface de hardware e interface de software. A interface de hardware procura ser simples e prática, possuindo um display de LCD 16x2 no dispositivo. Principal funcionalidade do display é informar o usuário das seguintes ocorrências: confirmação da leitura biométrica, confirmação registro de cadastro, confirmação registro de presença, tempo restante de bateria restante, conexão com a rede, entre outras.

Com relação a aplicação web, a interface deverá ser funcional e intuitiva, possuindo página inicial com opções de criação de conta e login. Na aplicação, na página da conta do usuário devem constar opções de cadastro, edição e visualização de suas turmas, assim como a lista de alunos matriculados em suas respectivas turmas. Para a geração dos relatórios de registro acadêmico haverão opções de visualização de frequência global da turma e frequência individual do aluno, a opção de visualização individual de frequência do aluno também contará com as informações individuais do aluno.

2.4 Legislação

2.4.1 Direitos Autorais: Uso de câmeras em salas de aula

O professor tem o direito de ter a sua imagem preservada, considerando a lei dos direitos autorais, nº 9.610. Sua aula é um produto intelectual, e por isso optou-se por utilizar biometria ao invés de filmagens em sala de aula, o que torna o produto mais acessível e não trará atribulações posteriores a instituição.

2.4.2 Falsidade Ideológica: Fraudes nas listas de presença

Ao que tange a responsabilidade do aluno em relação à veracidade da chamada se encaixa em falsidade ideológica, que se encontra no Art. 299 do Código Penal:

Art. 299 - Omitir, em documento público ou particular, declaração que dele devia constar, ou nele inserir ou fazer inserir declaração falsa ou diversa da que devia ser escrita, com o fim de prejudicar direito, criar obrigação ou alterar a verdade sobre fato juridicamente relevante.

2.4.3 Lei Geral de Proteção de Dados: Divulgação de dados dos alunos

Quanto ao sigilo dos dados de chamada, existe a Lei Geral de Dados que já foi aprovada e entrará em vigor em 2020. Alguns artigos que mais se destacam para uso no projeto, quanto a responsabilidade sobre dados de menores e maiores de idade, são os seguintes:

Art. 1º Esta Lei dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural.

Parágrafo único. As normas gerais contidas nesta Lei são de interesse nacional e devem ser observadas pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios.(Incluído pela Lei nº 13.853, de 2019)

Art. 2º A disciplina da proteção de dados pessoais tem como fundamentos:

1. o respeito à privacidade;
2. a autodeterminação informativa;
3. a liberdade de expressão, de informação, de comunicação e de opinião;
4. inviolabilidade da intimidade, da honra e da imagem;
5. o desenvolvimento econômico e tecnológico e a inovação;

6. a livre iniciativa, a livre concorrência e a defesa do consumidor; e
7. os direitos humanos, o livre desenvolvimento da personalidade, a dignidade e o exercício da cidadania pelas pessoas naturais.

Art. 5º Para os fins desta Lei, considera-se:

1. dado pessoal: informação relacionada a pessoa natural identificada ou identificável;
2. dado pessoal sensível: dado pessoal sobre origem racial ou étnica, convicção religiosa, opinião política, filiação a sindicato ou a organização de caráter religioso, filosófico ou político, dado referente à saúde ou à vida sexual, dado genético ou biométrico, quando vinculado a uma pessoa natural;
3. dado anonimizado: dado relativo a titular que não possa ser identificado, considerando a utilização de meios técnicos razoáveis e disponíveis na ocasião de seu tratamento;
4. banco de dados: conjunto estruturado de dados pessoais, estabelecido em um ou em vários locais, em suporte eletrônico ou físico;
5. titular: pessoa natural a quem se referem os dados pessoais que são objeto de tratamento; Do Tratamento de Dados Pessoais Sensíveis

Art. 11. O tratamento de dados pessoais sensíveis somente poderá ocorrer nas seguintes hipóteses:

1. quando o titular ou seu responsável legal consentir, de forma específica e destacada, para finalidades específicas;
2. sem fornecimento de consentimento do titular, nas hipóteses em que for indispensável para: a) cumprimento de obrigação legal ou regulatória pelo controlador; b) tratamento compartilhado de dados necessários à execução, pela administração pública, de políticas públicas previstas em leis ou regulamentos; c) realização de estudos por órgão de pesquisa, garantida, sempre que possível, a anonimização dos dados pessoais sensíveis; d) exercício regular de direitos, inclusive em contrato e em processo judicial, administrativo e arbitral, este último nos termos da Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996 (Lei de Arbitragem); g) garantia da prevenção à fraude e à segurança do titular, nos processos de identificação e autenticação de cadastro em sistemas eletrônicos, resguardados os direitos mencionados no Art. 9º desta Lei e exceto no caso de prevalecerem direitos e liberdades fundamentais do titular que exijam a proteção dos dados pessoais.

§ 1º Aplica-se o disposto neste artigo a qualquer tratamento de dados pessoais que revele dados pessoais sensíveis e que possa causar dano ao titular, ressalvado o disposto em legislação específica.

§ 3º A comunicação ou o uso compartilhado de dados pessoais sensíveis entre controladores com objetivo de obter vantagem econômica poderá ser objeto de vedação ou de regulamentação por parte da autoridade nacional, ouvidos os órgãos setoriais do Poder Público, no âmbito de suas competências. O tratamento da lei quando se trata de crianças e adolescentes é mais rigoroso:

Seção III Do Tratamento de Dados Pessoais de Crianças e de Adolescentes

Art. 14. O tratamento de dados pessoais de crianças e de adolescentes deverá ser realizado em seu melhor interesse, nos termos deste artigo e da legislação pertinente.

§ 1º O tratamento de dados pessoais de crianças deverá ser realizado com o consentimento específico e em destaque dado por pelo menos um dos pais ou pelo responsável legal.

§ 2º No tratamento de dados de que trata o § 1º deste artigo, os controladores deverão manter pública a informação sobre os tipos de dados coletados, a forma de sua utilização e os procedimentos para o exercício dos direitos a que se refere o art. 18 desta Lei.

§ 3º Poderão ser coletados dados pessoais de crianças sem o consentimento a que se refere o § 1º deste artigo quando a coleta for necessária para contatar os pais ou o responsável legal, utilizados uma única vez e sem armazenamento, ou para sua proteção, e em nenhum caso poderão ser repassados a terceiro sem o consentimento de que trata o § 1º deste artigo.

§ 4º Os controladores não deverão condicionar a participação dos titulares de que trata o § 1º deste artigo em jogos, aplicações de internet ou outras atividades ao fornecimento de informações pessoais além das estritamente necessárias à atividade.

§ 5º O controlador deve realizar todos os esforços razoáveis para verificar que o consentimento a que se refere o § 1º deste artigo foi dado pelo responsável pela criança, consideradas as tecnologias disponíveis.

§ 6º As informações sobre o tratamento de dados referidas neste artigo deverão ser fornecidas de maneira simples, clara e acessível, consideradas as características físico-motoras, perceptivas, sensoriais, intelectuais e mentais do usuário, com uso de recursos audiovisuais quando adequado, de forma a proporcionar a informação necessária aos pais ou ao responsável legal e adequada ao entendimento da criança.

2.5 Justificativa do BioChamada

O projeto BioChamada visa solucionar os problemas no processo de verificação de presença nas salas de aula. Os principais problemas, como descrito na seção 1.2 desse documento, é evitar fraudes nos documentos de frequência estudantil e facilitar o processo de chamada e sua transferência para plataformas digitais, como excel e afins. Desse modo, a BioChamada é a solução para tornar a recorrente atividade de realizar a chamada mais otimizada, rápida, prática, segura e confiável.

2.6 Concorrência

Tabela 3 – Análise da concorrência

Produto	Principais Características	
	Positivas	Negativas
i-educar	Software livre e público - Disponibilizado pelo Ministério da Educação Conectado a Instituição de ensino Apresenta muitas ferramentas de gestão escolar -Gestão de atividades, quadro de horários, transporte escolar, biblioteca e etc	Não possui hardware dedicado Registro de presença e atrasos fraudável -Leitor de carteirinhas estudantil
minha nota educa	Gratuito para o consumidor final Conectado a Instituição de ensino Apresenta muitas ferramentas de gestão escolar -Registro de ocorrências, boletim, notificações de comunicados e etc	Não possui hardware dedicado Registro de presença e atrasos fraudável -Leitor de carteirinhas estudantil
BioEscola	Experiência de mercado Cadastro com impressão digital e foto Notificação de entradas e saídas aos pais Compatibilidade com vários tipos de catracas e leitores biométricos	Não possui hardware dedicado

2.7 Características Gerais do Produto



Figura 2 – CAD 3D do BioChamada

A figura 2 mostra o projeto do dispositivo eletrônico da BioChamada. Além do dispositivo, o produto conta com a aplicação web. A listagem abaixo mostra as dimensões, materiais, equipamentos e serviços essenciais para o funcionamento do produto.

1. 135 x 100 x 43 mm
2. Estrutura em impressão 3D com filamento PETG;
3. ESP32 WROOM;
4. Leitor Biométrico eletrônico;
5. Display LCD 16x2;
6. Bateria Ni-mh 6V 2500mAh 15W;
7. Módulo cartão micro-SD;
8. SD card 4GB;
9. Conexão com rede WIFI;
10. Servidor para hospedagem da Aplicação Web;

3 Construção do Protótipo

3.1 Invólucro

3.1.1 Design e Ergonomia

Com a economia extremamente competitiva do século XXI, foi observado pelas empresas que apenas conceitos técnicos e funcionais não seriam suficientes para que seus produtos vencessem a concorrência. A partir disso, aspectos como ergonomia e design começaram a ser considerados na hora de elaborar um produto com o objetivo de ser o mais adequado e específico possível para uma determinada função. Ao elaborar a BioChamada, esses aspectos não foram ignorados.

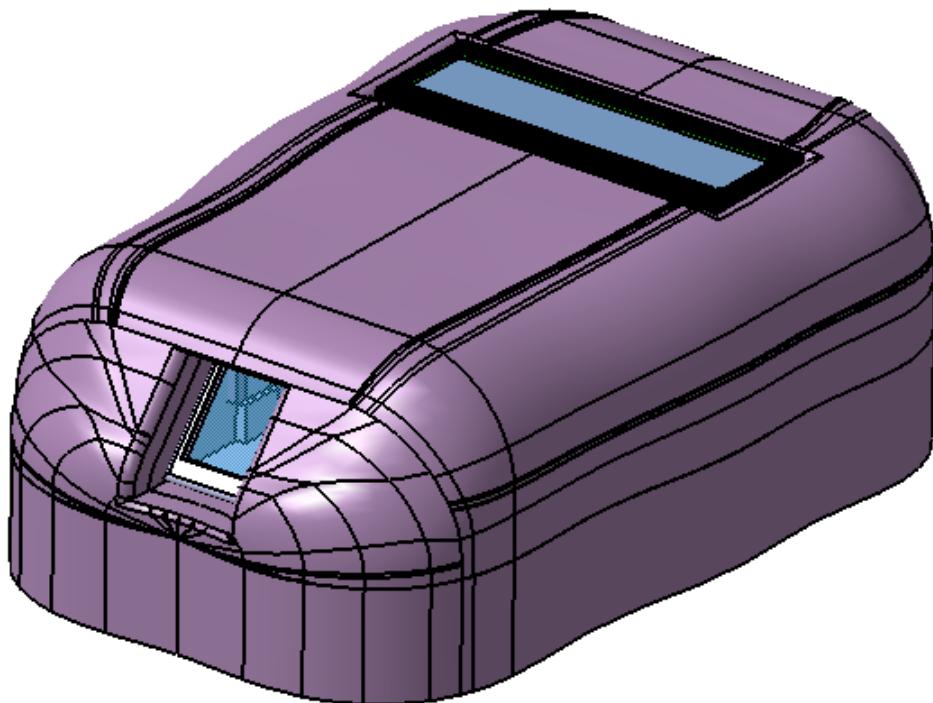


Figura 3 – Invólucro Vista isométrica

O objetivo da ergonomia consiste em estudar os diversos sistemas de um determinado produto e escolher aquele que irá se relacionar, de forma harmoniosa, com o ser humano e com o desempenho adequado. Isto é observado neste produto de maneira que,

para se obter uma maior facilidade e conforto na utilização da chamada biométrica portátil, a BioChamada foi elaborada para que encaixasse perfeitamente na palma da mão. O fácil uso desta, bem como a interação prática foi outro aspecto que visou atender da melhor forma a ergonomia do projeto.

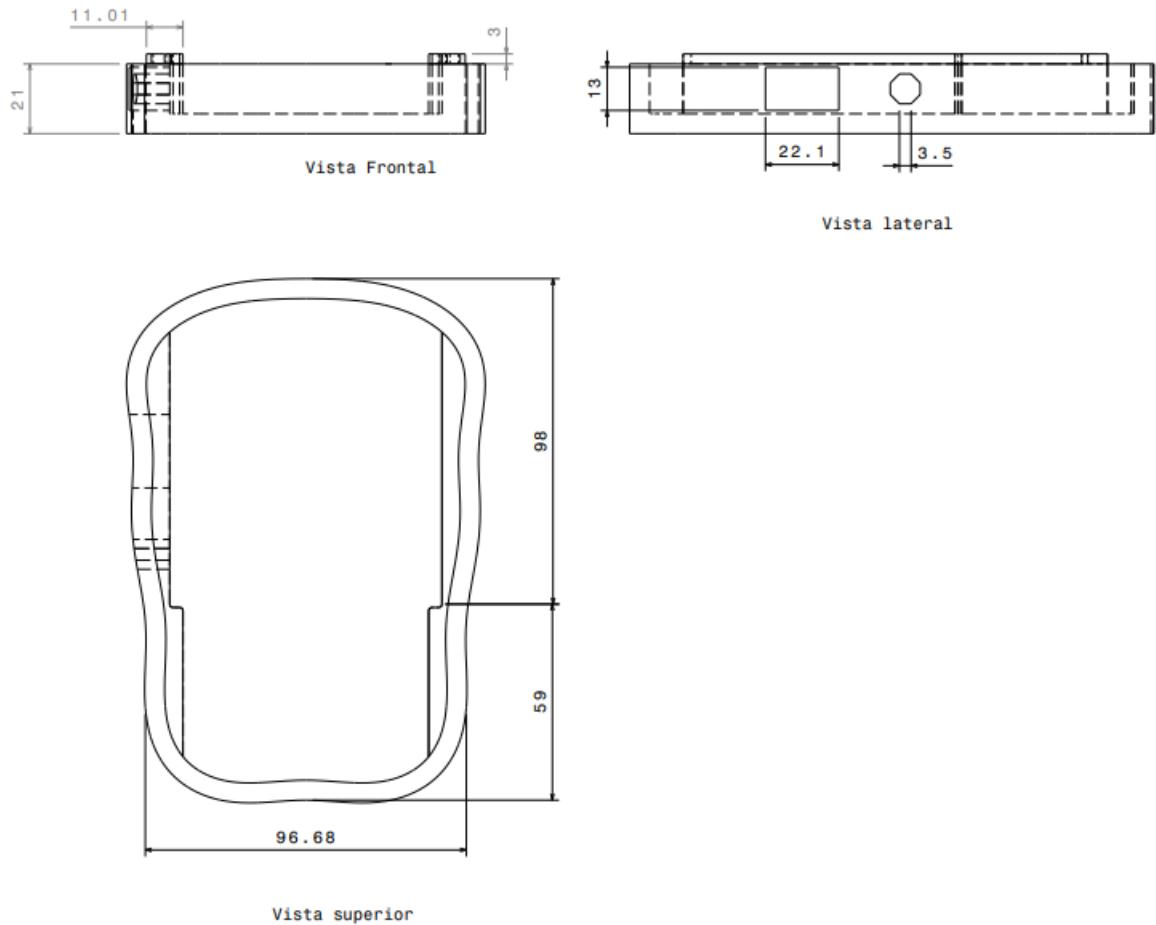


Figura 4 – Encaixe inferior

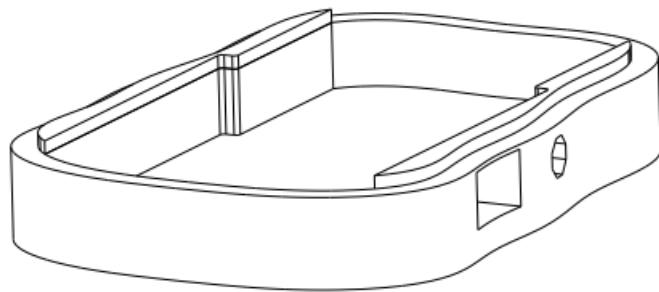


Figura 5 – Encaixe inferior vista isométrica

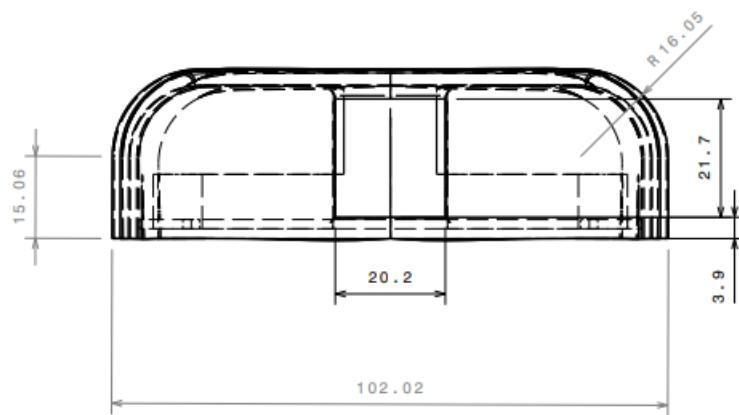
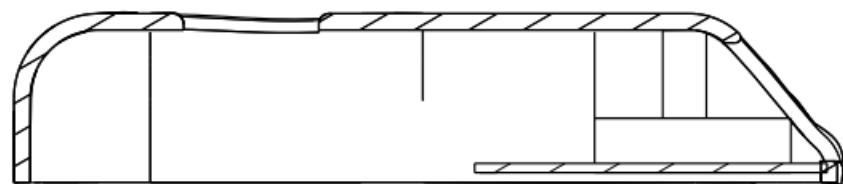


Figura 6 – Encaixe superior vista Frontal

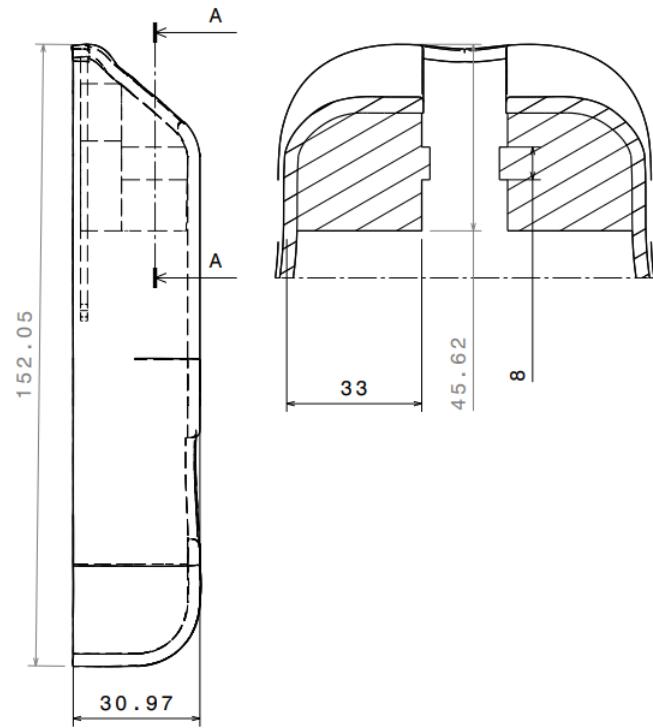


Figura 7 – Encaixe Superior vista lateral

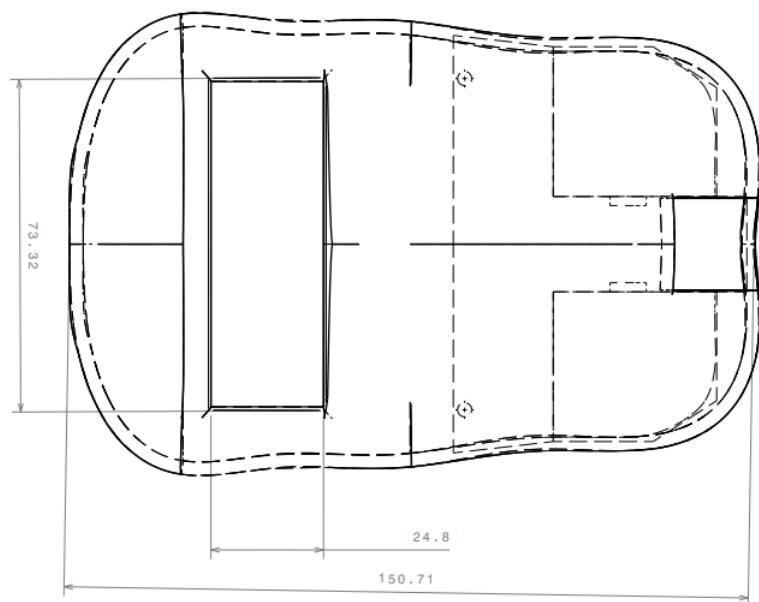


Figura 8 – Encaixe Superior vista superior

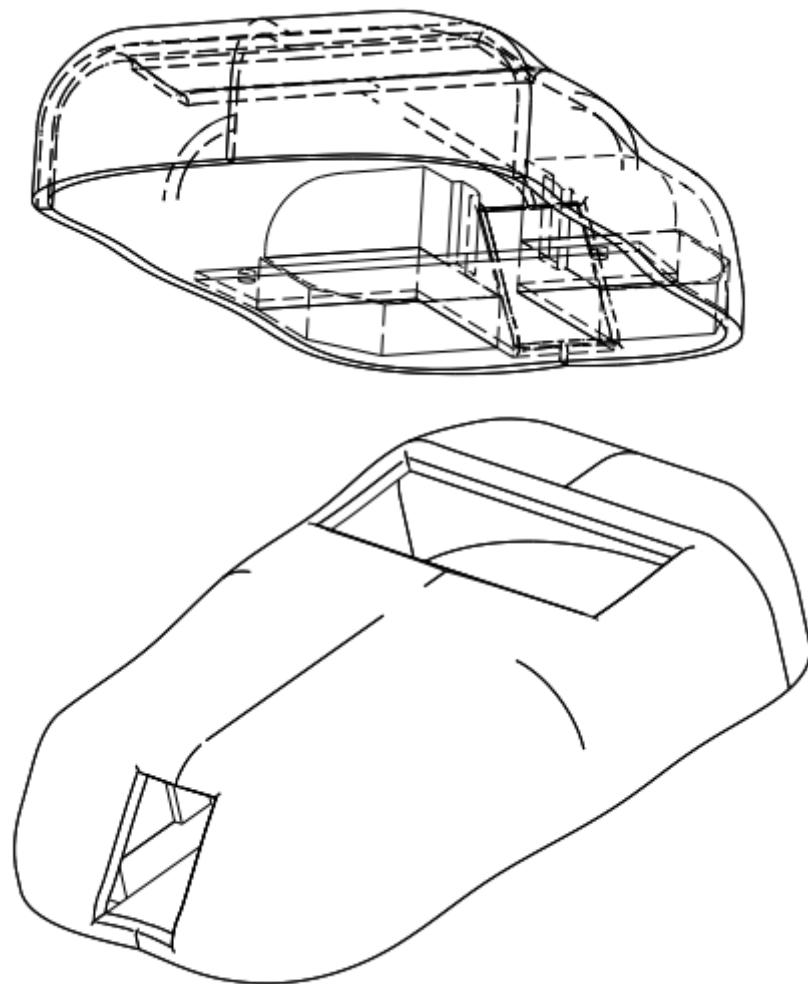


Figura 9 – Encaixe Superior vista isométrica

Com um design curvilíneo em suas laterais e com um tamanho pensado em caber na mão, a BioChamada proporciona um grande conforto em sua utilização, além de ser visualmente agradável. O pensamento inicial para o design foi inspirado por um mouse óptico, item amplamente utilizado por alunos visados pelo aparelho de chamada biométrico.

3.1.2 Materiais

Para o invólucro da BioChamada, foi definida a utilização de impressão 3D. Assim, era necessário escolher um filamento ideal para satisfazer os requisitos do CAD. Dessa forma, foram abordados 3 requisitos principais: resistência mecânica, resistência térmica e preço. Tendo em vista inicialmente este último requisito, três filamentos foram escolhidos de maneira pré liminar. Com as pesquisas, chegou-se nos seguintes resultados:

- ABS:

O filamento ABS é derivado do petróleo e possui alta resistência mecânica e à temperatura. Normalmente é utilizado para a produção de peças que tendem a sofrer altas cargas mecânicas por poder resistir temperaturas de até 85°C. Porém, possui uma certa dificuldade de impressão e necessita de uma mesa aquecida a altas temperaturas.

- PLA:

O filamento PLA é um dos mais utilizados em impressão 3D. Um dos motivos é a sua facilidade de impressão, pois não necessita de uma mesa aquecida. Além disso, o PLA é biodegradável e de origem vegetal. Contudo, o filamento não é indicado para peças que podem ser derrubadas, torcidas ou dobradas. Outro contraponto é a sua resistência térmica, podendo se deformar quando submetido a temperaturas iguais ou superiores a 60 °C.

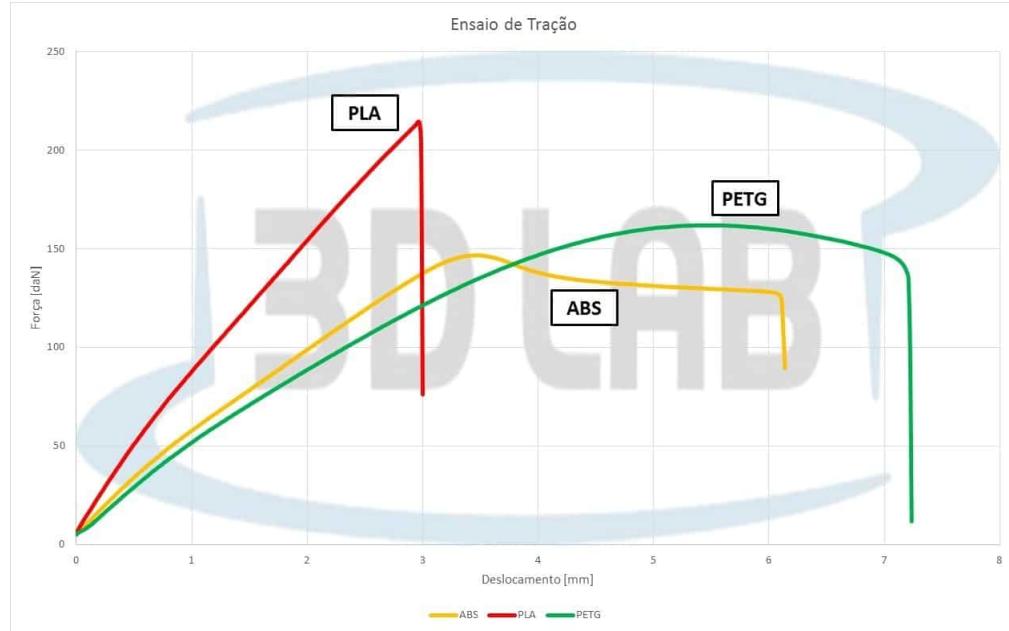
- PETG:

O PETG é um filamento muito utilizado devido a sua versatilidade. Apresenta flexibilidade e alta durabilidade, assim como resistência ao impacto e à temperatura. É ideal para peças que sofrem estresse constante, sendo amplamente utilizado em partes mecânicas e componentes de proteção.

Tabela 4 – Comparativo de preços

Tipo de Filamento	PLA	ABS	PETG
Preço para 250g	R\$ 22,50	R\$ 22,50	R\$ 31,50

Fonte: ([3DFILA, 2018](#))

Figura 10 – Gráfico Força por Deslocamento. Disponível em ([3DLAB, 2017](#))

Conforme observado no gráfico acima, o PETG suportou uma carga superior ao ABS e absorveu uma deformação acima da suportada pelo PLA.

Propriedades Materia Prima 3D LAB - Grãos			
Propriedades	PLA	ABS Premium	PETG
Densidade	1,24 [g/cm ³]	1,04 [g/cm ³]	1,27 [g/cm ³]
Temp. Fusão	185 [°C]	220 [°C]	240 [°C]
T_g	60 [°C]	100 [°C]	85 [°C]
Tensão de Escoamento	66 [Mpa]	38 [Mpa]	51 [Mpa]
Resistencia a Flexão	130 [Mpa]	66 [Mpa]	72 [Mpa]
Modulo de Elasticidade	4350 [Mpa]	2200 [Mpa]	2120[Mpa]
Resultado ensaio de Tração segundo a Norma ASTM D 638 - Corpo de provas Impresso			
Propriedades	PLA	ABS Premium	PETG
Tensão de Escoamento	24,8 [Mpa]	14,7[Mpa]	18,6 [Mpa]
Modulo de Elasticidade	1896,0 [Mpa]	1335,9 [Mpa]	1067,9 [Mpa]
Tensão de Ruptura	46 [Mpa]	29 [Mpa]	32,6 [Mpa]
Alongamento	3,69 [%]	7,08 [%]	7,74 [%]
Resultado ensaio de Dureza segundo a Norma ASTM D 2240 - Corpo de provas Impresso			
Dureza Shore D	85 [Shore D]	74 [Shore D]	75 [Shore D]
Resultado ensaio HTD segundo a Norma ISO 75 - Corpo de provas Impresso			
Temperatura HDT	55,11°C	86,13°C	67,3 °C

Figura 11 – Comparativo de propriedades. Fonte: ([3DLAB, 2017](#))

Nota-se que o termoplástico PLA possui uma temperatura de fusão relativamente baixa, a partir de 60°C a peça começa a “amolecer”, tornando-o inviável para o projeto. Já o ABS é o filamento que mais suporta altas temperaturas sem perder suas propriedades.

Como o aparelho será utilizado por alunos pertencentes a uma ampla faixa etária, é esperado que ocorram eventuais quedas. Por este motivo, a resistência ao impacto é uma propriedade mecânica imprescindível para o filamento.

Tabela 5 – Resistência IZOD.

Tipo de Filamento	PLA	ABS	PETG
Resistência ao impacto IZOD (kJ/m^2)	5,1	10,5	11,5

Fonte: ([ULTIMAKER, 2017b](#)), ([BRASIL, 2017](#)) e ([ULTIMAKER, 2017a](#)).

Observa-se na tabela acima que o PETG é o filamento que mais absorveu energia antes de ocorrer a fratura do corpo de prova. Assim, entre os filemantos analisados, o PETG apresenta as propriedades mecânicas mais adequadas ao projeto.

Ponderando sobre as particularidades de cada filamento, assim como as vantagens e desvantagens de sua utilização, conclui-se que o filamento PETG é o mais viável para o invólucro, tendo em vista as restrições impostas ao projeto.

3.1.3 Impressão e testes

Após definir o CAD e o filamento que seria utilizado, começaram as etapas de testes. Nas primeiras impressões, os parâmetros que regem a impressão 3D não eram totalmente compreendidos pela equipe. Como as propriedades variam de filamento para filamento, as configurações de impressão também, portanto, seria necessário achar a configuração mais adequada para o filamento Petg. Com o apoio do laboratório SISCO, foi possível utilizar a impressora para imprimir as partes do invólucro. Contudo, não tinha suporte para o filamento, sendo necessário gira-lo manualmente.

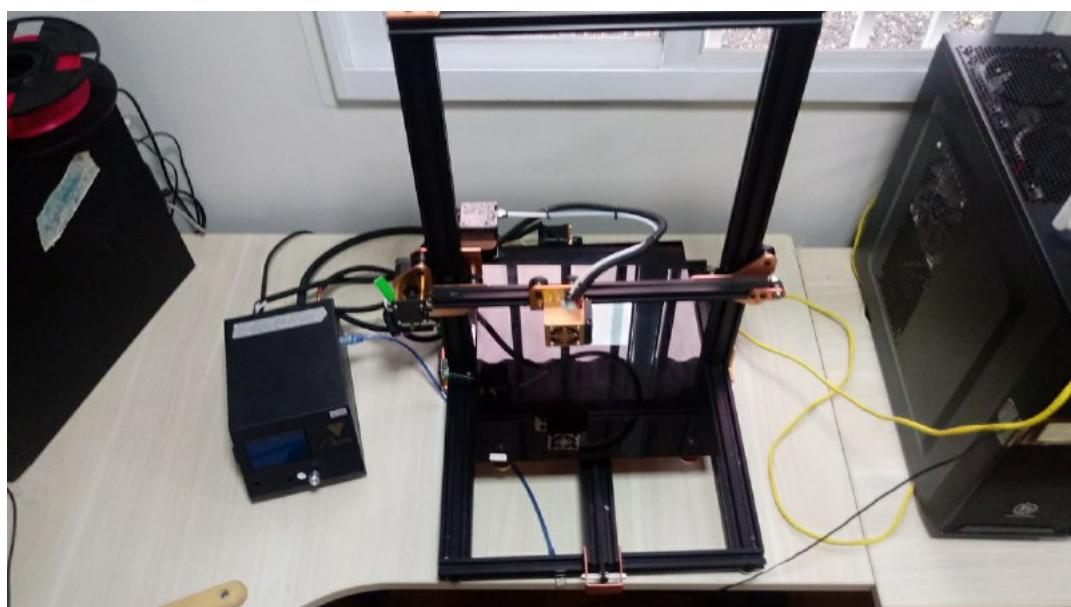


Figura 12 – impressora Tevo Tornado

A primeira impressão da parte inferior e superior são mostradas abaixo. Não foi possível concluir a impressão por três fatores: Temperatura do bico, temperatura da mesa e cooler.



Figura 13 – Primeiro teste

Depois de ajustar estes três fatores, foi possível concluir a impressão da parte inferior, contabilizando um total de 8 horas de impressão. Contudo, a peça não apresentava resistência e a qualidade deixava a desejar. Os parâmetros ajustados para corrigir esse problema foram a densidade e o espaçamento entre as linhas de impressão.

Como o processo de ficar girando o filamento por longas horas era extremamente cansativo, era preferível uma impressora que já possuía o suporte. A impressora do laboratório LASA foi escolhida para desempenhar esse papel.

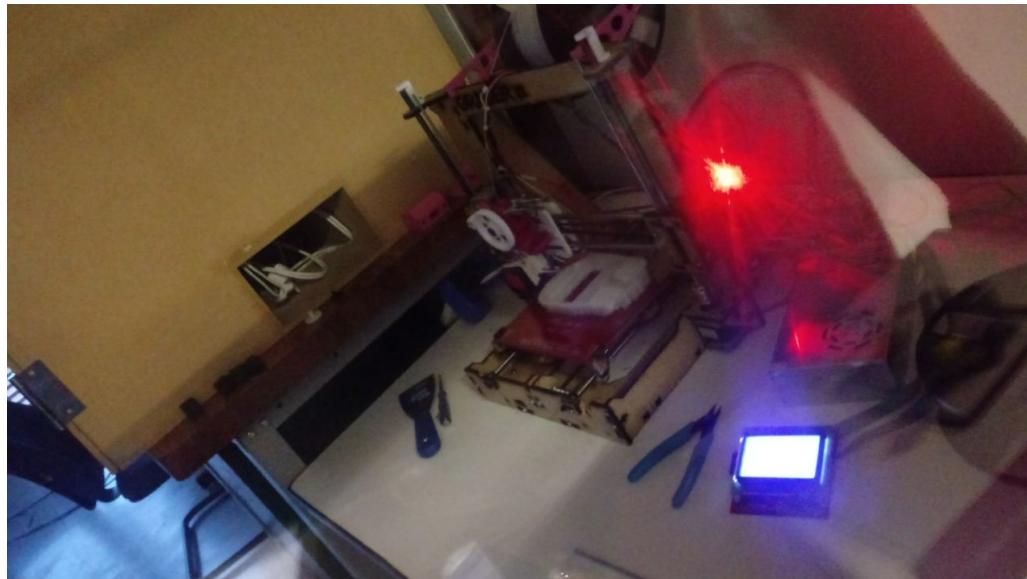


Figura 14 – Impressora do laboratório LASA

Assim, foi possível imprimir a parte superior. Contudo, a qualidade da peça não correspondeu às expectativas. A impressora apresentou diversos problemas que não foram possíveis de serem resolvidos a tempo. Foi necessário voltar novamente à impressora Tevo Tornado. Para solucionar o problema de girar o filamento manualmente, foi impresso um suporte que foi fixado na janela.



Figura 15 – Suporte Para Impressora

Também foi utilizado um spray de cabelo na mesa, para ajudar a fixar as primeiras camadas de filamento e facilitar a retirada da peça finalizada. Desta forma, foi possível imprimir todas as peças com qualidade acima da esperada.



Figura 16 – Encaixe Superio



Figura 17 – Encaixe inferior



Figura 18 – Suporte

As configurações finais do Software Repetier-Host, utilizado para a impressão, estão mostradas abaixo.

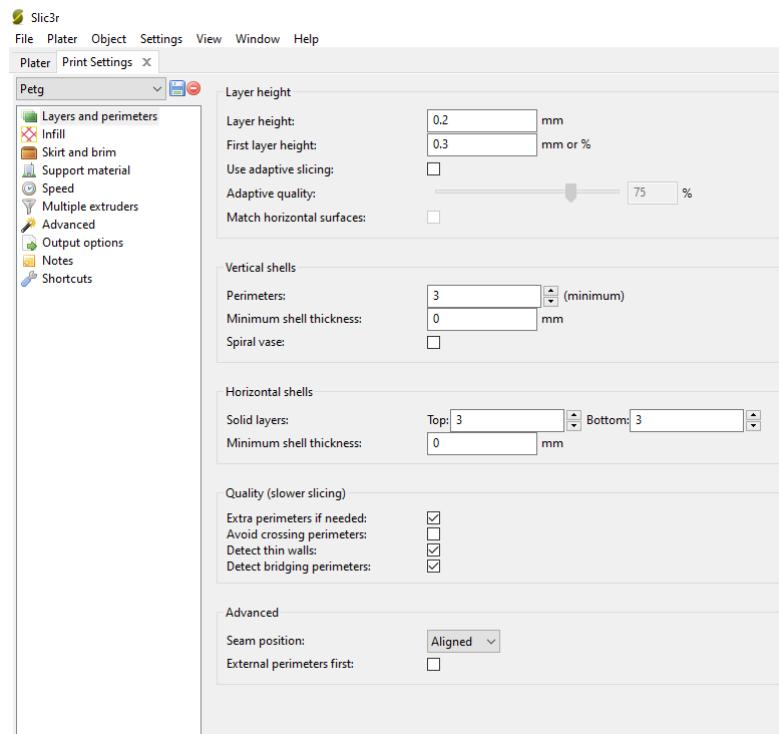


Figura 19 – Configurações do Software

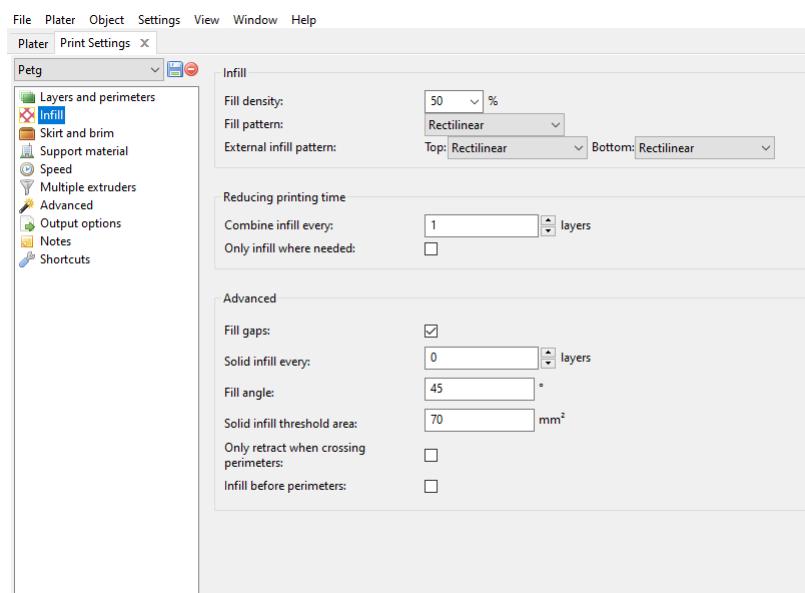


Figura 20 – Configurações do Software

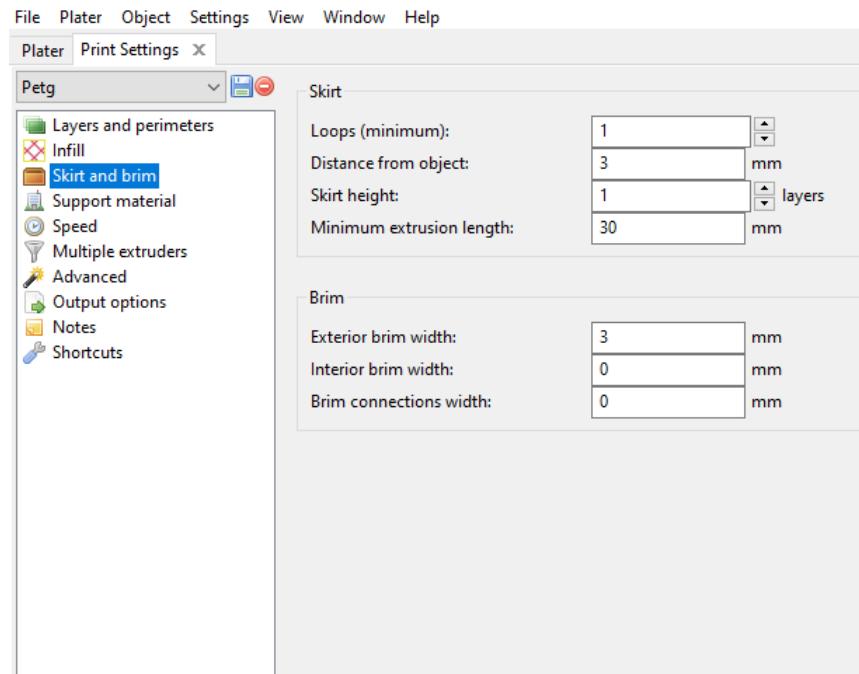


Figura 21 – Configurações do Software

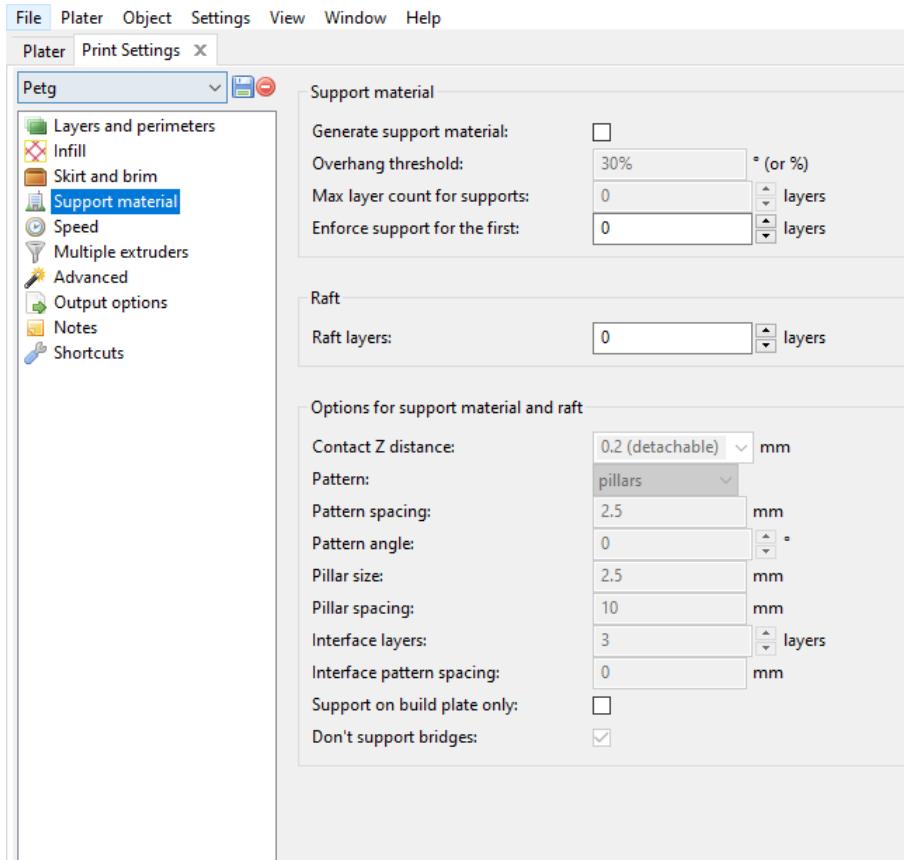


Figura 22 – Configurações do Software

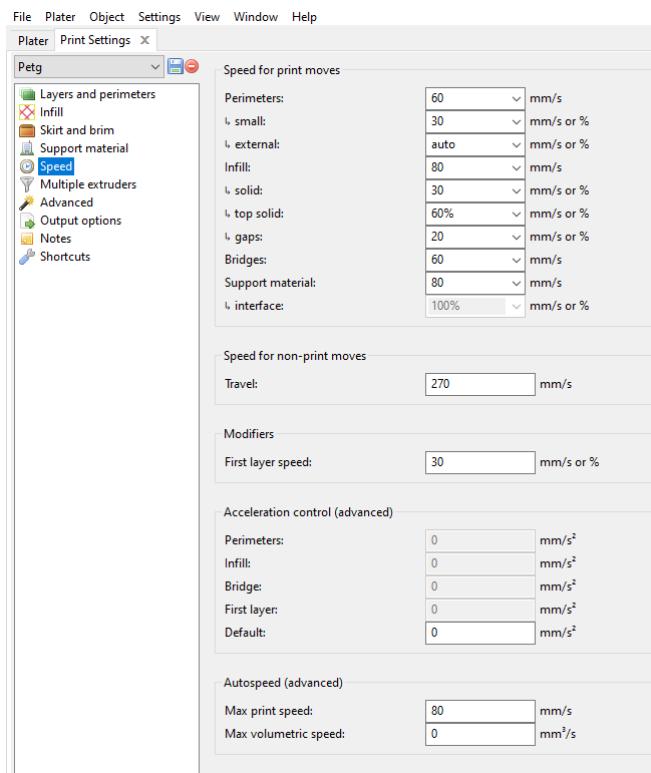


Figura 23 – Configurações do Software

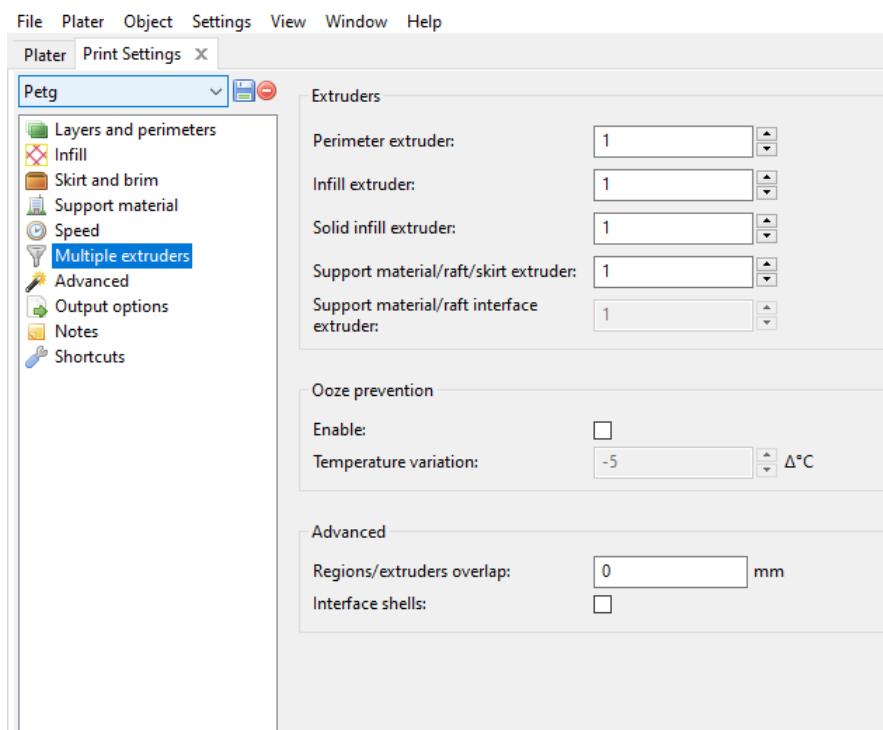


Figura 24 – Configurações do Software

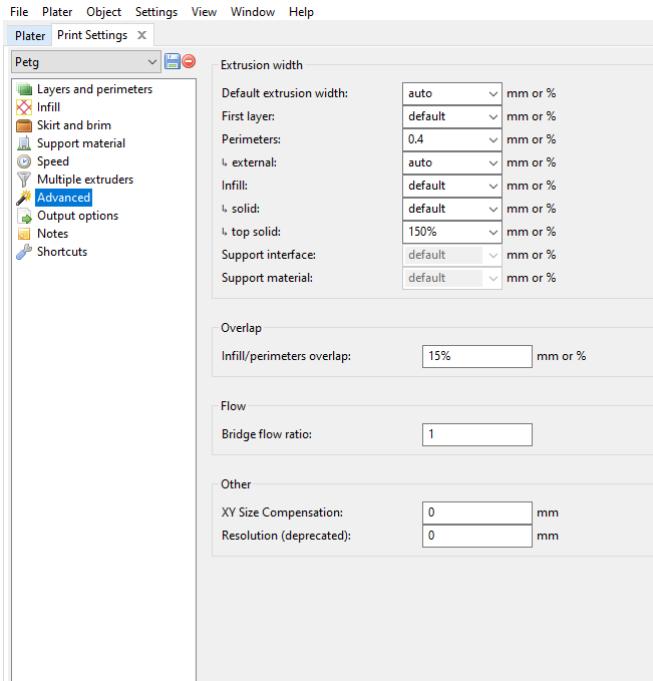


Figura 25 – Configurações do Software

3.2 Hardware

Para a criação da solução proposta, foi necessário a análise dos requisitos levantados. Dentre eles, os que mais influenciam a escolha do hardware são

1. Identificação dos alunos
2. Interface de *hardware* com o usuário
3. Autonomia energética
4. Autonomia de armazenamento de informações
5. Conexão com o servidor

A seguir será mostrados os principais componentes escolhidos para o projeto e sua justificativa.

3.2.1 Escolha de Componentes

Visando atender tais requisitos, escolheu-se a ESP32 WROOM (figura 26) como principal componente para o processamento. Um dos motivos para sua utilização é o fato dela já possuir wifi que permite a conexão com o servidor, facilitando o envio de dados para a plataforma mencionada na seção 2.3. Como outra opção, cogitou-se o uso do o

Arduino UNO, porém seria necessário um módulo wifi externo que aumentaria o espaço físico ocupado, além de possuir menor poder de processamento e memória RAM. Também foi levada em consideração a Raspberry PI zero, por também possuir wifi integrado, porém o seu custo é consideravelmente superior ao da ESP32.



Figura 26 – ESP32 WROOM

Apesar de ser maior que a maioria dos modelos de Arduino, a capacidade de memória ROM do processador escolhido não é suficiente para atender ao requisito de portabilidade levantado. Por esse motivo, optou-se inicialmente por incluir no dispositivo um Data Logger com RTC para facilitar o armazenamento de memória em cartão de memória tipo SD. Porém, o mesmo não pode ser utilizado devido a falhas em seu funcionamento e dificuldade de documentação para sua utilização.

Levando isso em consideração, optou-se por substituir o Data Logger por um módulo cartão micro-SD (figura 27), que permite atender aos requisitos de armazenamento mencionados anteriormente, além de diminuir o espaço ocupado pela placa de circuito impresso. Como desvantagem, este módulo não fornece a data e a hora do armazenamento pela falta do RTC (*Real Time Clock*). Para suprir carência, foi utilizado o RTC presente no próprio microcontrolador, podendo assim registrar a data e a hora no momento em que é aferida a biometria.



Figura 27 – Módulo cartão micro-SD

Como a identificação dos alunos é fundamental para o projeto, foi necessário utilizar um módulo sensor biométrico de digital. O modelo FPM10A, apresentado na figura 28, foi escolhido por ser um dos mais utilizados pelo comércio em geral, tornando sua documentação e custo acessíveis.



Figura 28 – Módulo sensor biométrico

O último requisito fundamental para a construção do equipamento - excluindo-se a alimentação que será abordado posteriormente - a ser atendido foi a interface do hardware. Inicialmente pretendia-se utilizar leds para a indicação de falha ou confirmação do reconhecimento de digital durante a operação do aparelho, porém, durante o andamento do projeto foi verificado a necessidade de outras respostas ao usuário como a informação de bateria fraca. Assim, optou-se por realizar a comunicação por meio de um display

LCD 16x2 (figura 29). Além disso, o display também permite incluir novas mensagens ao usuário caso seja necessário em novas adaptações.

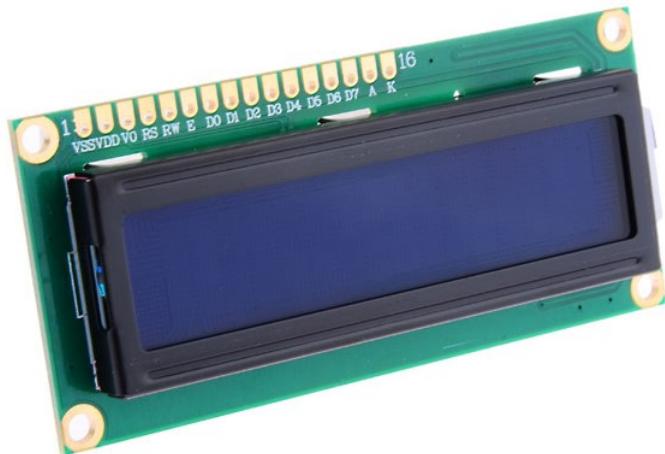


Figura 29 – Display LCD 16x2

Para facilitar a visualização do projeto, foi criado um diagrama de blocos com os principais componentes e a comunicação entre eles encontrado na figura 30.

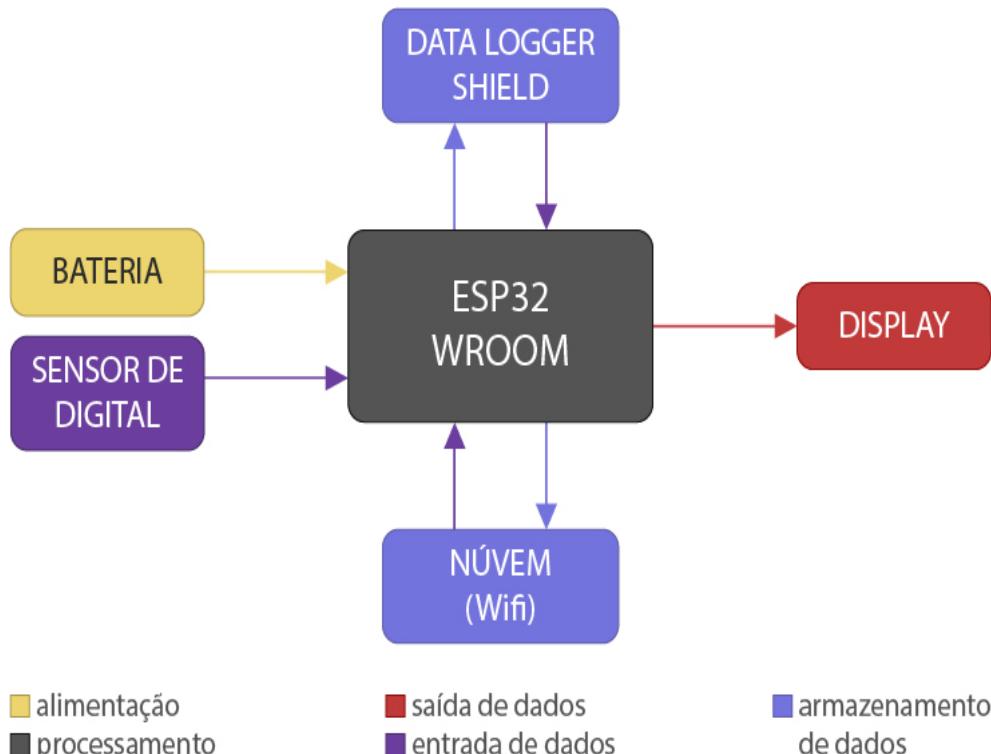


Figura 30 – Diagrama de Blocos

Os demais componentes utilizados foram levantados de acordo com a necessidades de integração dos componentes principais. Todos eles encontram-se listados na *Bill of Materials* os elementos do circuito apresentada na tabela 6.

Tabela 6 – Bill of Material

Nº	Material	Característica	Potência
1	Esp32 wroom	Modelo 30 pinos	80-240 mA e 3,3 V 0,792 W
2	Modelo Leitor Biométrico	Modelo FPM10A	<140mA e 3.3 V 0,462 W
3	Display LED	16x2 segmentos	75-200 mA e 5 V 1W
4	Módulo cartão micro-SD	Micro SDHC	80 mA e 3.3 V 0.264 W
5	Cartão de Memória	4GB	-
6	Trimpot	Resistência máxima 10K	-
7	Regulador de tensão	Modelo 7905	-
8	Chave	HH 2 posições	-
9	Placa de cobre	Fenolítio 8x8 cm	-

Para a escolha da bateria, estipulou-se um tempo mínimo de duração de aproximadamente 6 horas, levando em conta a utilização contínua de todos os componentes pertencentes apresentados na tabela 6. Considerando isso, calculou-se o consumo energético somando as potências gasta dos componentes, resultando em 2,51 W. Os detalhes dos cálculos estão em anexo. A tabela 7 mostra um comparativo entre as opções encontradas no mercado que atendiam ao requisito estipulado.

Tabela 7 – Comparaçāo de Baterias

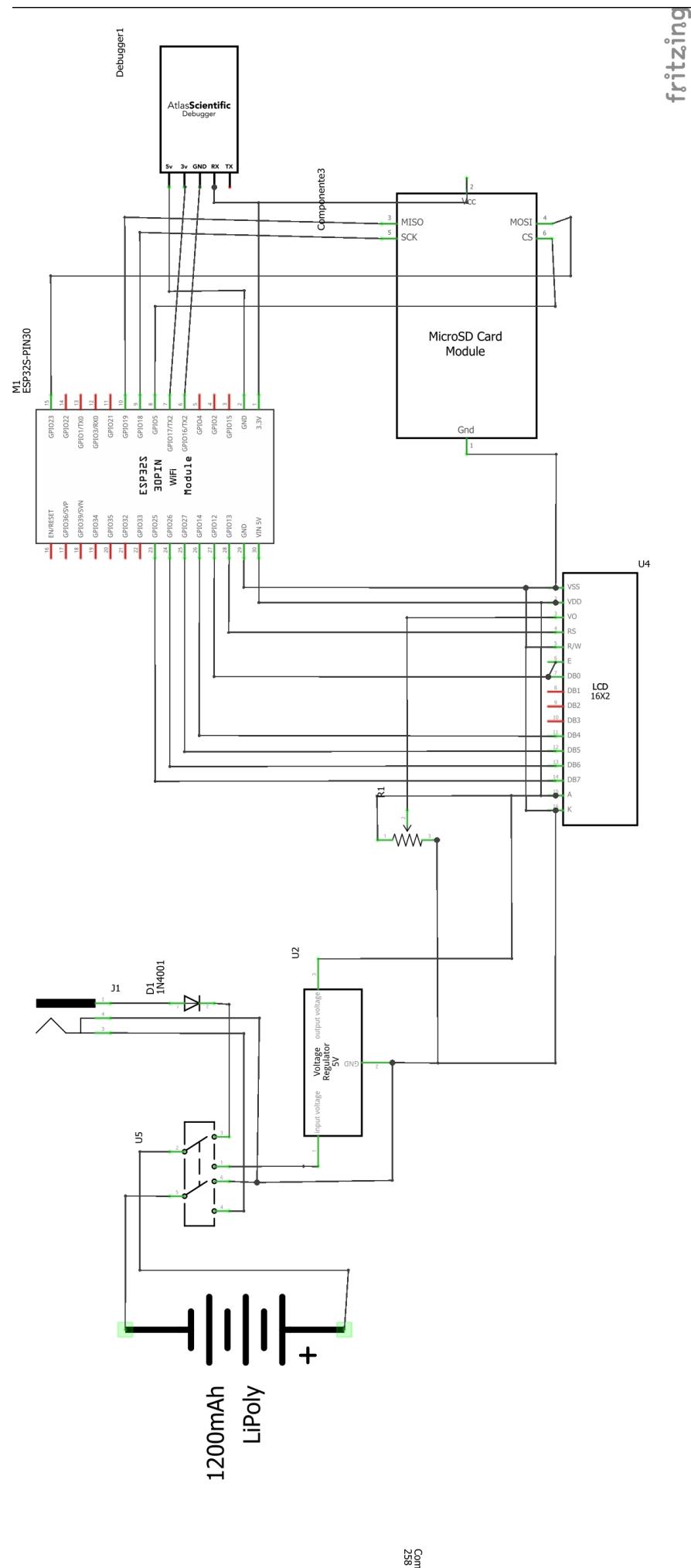
Modelo de bateria	Potência
Bateria de carrinho Ni-mh 6V 2500mAh	15W
Bateria Recarregável Ni-mh 9V 250mAh.	2.25W
Bateria Ni-mh 4,8V 2000mAh	9,6W

Diante do apresentado, optou-se pelo primeiro modelo da bateria, bateria de carrinho, uma vez que ela oferece uma autonomia maior que as demais (5h e 58 minutos), por um preço melhor que as outras, o que está descrito no orçamento do projeto.

3.2.2 Conexāo de Hardware

Para a conexāo dos disponibilidaeelementos que estarão presentes no hardware, foi levado em consideração o tipo de comunicação realizada - UART, I2C ou SPI - por cada componente com a ESP32 e a tensão de alimentação. Utilizou-se o software Fritzing para criar o esquemático de ligação apresentado. Abaixo (figura 31) está a terceira versāo criada do circuito. A escolha do software foi realizada pela da maioria dos componentes necessários em sua biblioteca. O leitor de digital foi o único componente não encontrado,

por isso foi utilizado o Debbuger para substituí-lo pela semelhança na quantidade de pinos e espaçamento entre eles. Apesar da pinagem de alimentação e RX e TX do Dubbuger ser diferente, foi respeitado a posição dos pinos do leitor de digital.



Optou-se por construir uma Placa de Circuito Impresso (PCB) em placa de cobre a fim de minimizar falhas entre as conexões dos componentes. O Layout da placa (figura 32 refere-se ao modelo final, também em sua terceira versão, uma vez que as demais necessitaram de alteração devido a erros de ligação e troca do Data Logger pelo cartão SD. Ele também foi construído no Fritzing buscando otimizar ao máximo o espaço na placa para que não ultrapassasse 8 centímetros de largura e comprimento no invólucro.

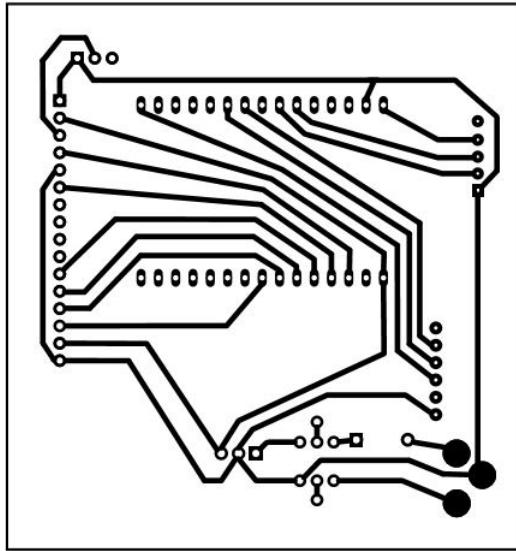


Figura 32 – Layout da PCB

Apenas o módulo micro-SD e a Esp32 foram colocados de maneira fixa, enquanto os demais componentes têm apenas os conectores no design da placa.

3.3 Aplicação

Como complemento ao aparelho da BioChamada, é disponibilizada uma aplicação *web* para que professores possam analisar os dados da frequência dos alunos nas turmas às quais lecionam. A aplicação é, então, a interface com o usuário para a BioChamada. A aplicação web recebe e organiza as informações para apresentá-las ao professor e, através dela, são exibidas as informações dos alunos (suas frequências e turmas), das turmas (dias da semana, horários, alunos matriculados), além de ser possível fazer consultas específicas, tanto por alunos quanto por turmas e gerar relatórios que auxiliam em uma visão geral para o professor.

É importante ressaltar que na aplicação *web* é exposto um termo de confidencialidade e não-divulgação, do qual o professor e usuário do sistema deve estar ciente. Tal termo se aplica às circunstâncias da coleta e manipulação de informações referentes à presença dos estudantes em sala de aula, sendo vetado a transferência das mesmas

a terceiros, exceto em determinadas situações, as quais estão especificadas no termo de confidencialidade.

TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E NÃO-DIVULGAÇÃO

Ao utilizar a aplicação web oferecida pela BioChamada, o usuário (professor(a) ou instituição) assume o compromisso de manter confidencialidade de toda informação referente aos alunos e/ou obtida no controle de frequência realizado nas aulas.

O usuário se compromete a:

- 1. não repassar o conhecimento das informações pessoais dos alunos, responsabilizando-se por todas as pessoas que vierem a ter acesso às informações, por seu intermédio*

A exposição dos dados/informações somente poderá ocorrer nas seguintes situações:

- 1. quando o titular ou seu responsável legal consentir, de forma específica e destacada, para finalidades específicas;*
- 2. sem fornecimento do consentimento do titular, nas hipóteses em que for indispensável para: a) cumprimento de obrigação legal; b) garantia da prevenção à fraude e da segurança do titular;*

O tratamento de dados pessoais de crianças e adolescentes deverá ser realizado com o consentimento específico e em destaque dado por pelo menos um dos pais ou pelo responsável legal.

Para que possa acessar os dados de seus alunos e turmas, o professor deve estar registrado no sistema, ou seja, possuir uma conta de usuário.

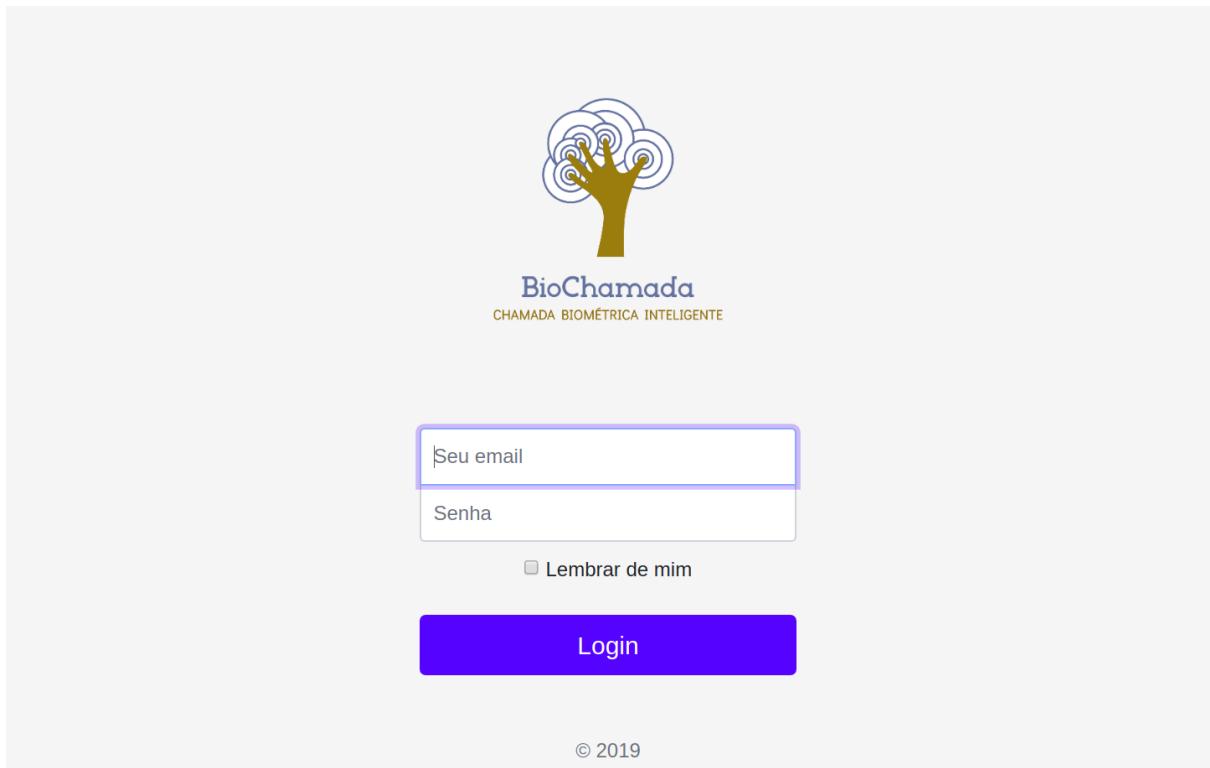


Figura 33 – Tela para *login*

Após inserir seu usuário e senha para autenticação, terá acesso a diferentes funcionalidades, que podem auxiliar no gerenciamento de suas turmas e aulas. É apresentado um menu com as opções de cadastros e de relatórios oferecidos com base nos dados da frequência dos alunos nas turmas

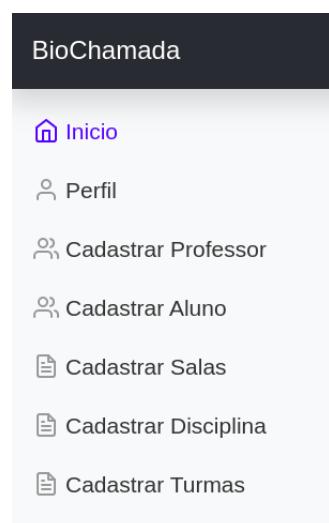


Figura 34 – Menu de cadastros

Cadastrar Novo Professor

Nome: Sobrenome: Matrícula:

Nome Sobrenome 00/0000000

Token: Email:

000 Ex: professor@email.com

Senha: Confirmar Senha: Foto

Nenh...ado

Figura 35 – Cadastro de professor

Cadastrar Aluno

Nome: Sobrenome: Matrícula:

Nome Sobrenome 00/0000000

Token: Matéria: Turma:

000 Ex: Cálculo-I Ex: A

Foto:

Nenh...ado

Seus Alunos

Materia	Turma	Aluno	Frequência(%)	Reprovado/Aprovado
Projeto integrador p/ Engenharias	A	Victor Amaral	96,5	A definir

Figura 36 – Cadastro de alunos

Cadastrar Sala

Local:

Capacidade:

Ex: inferior-01

Ex: 100

Cadastrar

Suas Salas

Local	Capacidade
Mocap	60
Inferior-09	150
Superior-10	120

Figura 37 – Cadastro de salas

Cadastrar Disciplina

Disciplina a ser ministrada:

Codigo:

Ex: Calculo-I

Ex: 142536

Cadastrar

Suas Disciplinas

Materia	Codigo
Projeto integrador p/ Engenharias-I	193861
Estruturas de dados-I	193704

Figura 38 – Cadastro de disciplinas

Cadastrar Turma

Disciplina:	Letra da Turma:
Projeto integrador p/ engenharias-I	Ex: A
Horário:	Dia:
08:00 - 10:00	Segunda-feira

Cadastrar

Suas Turmas

Materia	Turma	Horário de início (horas)	Dia	Nº de Alunos	Frequência (%)
Projeto integrador p/ Engenharias-I	A	16	Segunda-Feira	14	98
Estruturas de Dados-I	A	16	Terça-Feira	112	95,4

Figura 39 – Cadastro de turmas

O professor pode também consultar a presença geral de uma de suas aulas, e a frequência de estudantes específicos nas aulas.

Outras documentações de *software* podem ser encontradas no [repositório da aplicação](#) e em <<https://victoramaralc.github.io/PI1-Software/>>

3.4 Integração das Áreas

Esse capítulo destina-se a descrever como foi feita a integração Invólucro-Hardware, Firmware-Hardware e Firmware-Software.

3.4.1 Integração Invólucro-Hardware

A integração foi realizada a fim de comportar adequadamente os componentes no invólucro. Para tal, foi utilizado um suporte auxiliar, aparafusado na parte superior da peça. O Leitor Biométrico foi fixado na parte superior por meio de um encaixe. O Display e a Placa de circuito impresso foram aparafusados na parte superior e inferior, respectivamente. Já a bateria, foi fixada na parte inferior por intermédio do suporte. Além disso, fora feitos furos para a entrada do conector da bateria e para o botão de liga e desliga.

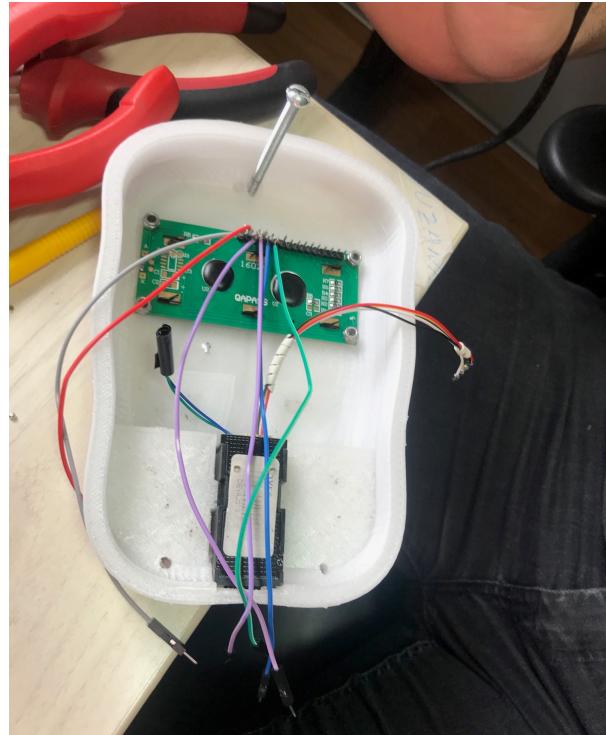


Figura 40 – Posicionamento, fixação e conexão dos componentes na parte superior do invólucro



Figura 41 – Posicionamento, fixação e conexão dos componentes na parte inferior do invólucro



Figura 42 – Posicionamento, fixação e conexão dos componentes na parte inferior junto com o suporte do invólucro

3.4.2 Integração Firmware-Hardware

Para garantir que o projeto funcionasse de forma adequada foi realizada a integração dos sistemas. O sistema de eletrônica foi integrado com o firmware através da construção de uma Placa de circuito Impresso de forma que o dimensionamento da bateria foi realizado para que o projeto funcionasse de forma adequada, além de colocar as trilhas de forma a interfacear o hardware dedicado na ESP32 com os demais módulos.

3.4.3 Integração Firmware-Software

Para que houvesse a integração de firmware e software foram definidas algumas *flags* de leitura com o servidor, dessa forma as *flags* lidas variam de 0 a 3, e cada um desses possíveis valores ocasionam em uma funcionamento diferente do dispositivo como é explicado a seguir.

1. Flag com valor 0: Realizada a requisição http para leitura no servidor e recebido o valor 0 é então realizada a rotina de chamada, em que os dados são coletados individualmente armazenados e enviados para o servidor.
2. *Flag* com valor 1: Para a leitura da *flag* com valor 1 é realizada a rotina de cadastro dos professores da instituição.
3. *Flag* com valor 2: Para leitura da *flag* com valor 2 é então realizado a rotina de cadastro dos alunos de uma sala.

4. *Flag* com valor 3: Por fim para um valor 3 na *flag* é enviado os dados salvos no cartão SD, caso tenha ocorrido uma falha no envio por problemas no protocolo internet.

Essas *flags* são editadas na aplicação web em detrimento da funcionalidade que o professor da instituição necessitar realizar. Além disso como explicado anteriormente foram definidos protocolos para o envio dos dados, sendo que os dados são enviados de forma unitária para o servidor, a menos que a terceira *flag* seja selecionada, para esse caso os dados são enviados através de um arquivo texto de forma direta.

4 Orçamento do Projeto

No início do projeto foi feito um levantamento de materiais, componentes e serviços e seus respectivos preços. O orçamento foi planejado para a aquisição de todos os componentes necessários para a fabricação do projeto, entretanto ao decorrer do projeto alguns dos dispositivos eletrônicos foram sendo disponibilizados pelos integrantes da equipe. Dessa forma, o orçamento final terminou em R\$ 102,54 abaixo do orçamento previsto.

As tabelas a seguir mostram o orçamento de modo geral e por área técnica do projeto.

Tabela 8 – Orçamento Geral

Geral	Previsto	Final
Gastos Invólucro	R\$ 130,00	R\$ 130,00
Gastos Hardware	R\$ 248,40	R\$ 195,86
Gastos Aplicação	R\$ 50,00	###
Gastos Totais	R\$ 428,40	R\$ 325,86

Legenda: ### Não foi necessário.

Tabela 9 – Orçamento do Invólucro

Item	Previsto	Final
Filamento PETG	R\$ 126,00 (3DFILA)	R\$ 130,00
Impressão 3D	Sem informações	—
Total gasto		R\$ 130,00

Legenda: — Disponibilizado pela equipe.

Tabela 10 – Orçamento de Hardware

Item	Previsto	Final
Esp32 Wroom	R\$ 51,80 (Mercado Livre)	—
Shield Data Logger com RTC	R\$ 25,90 (Hu infinito)	R\$ 28,75
Shield Data Logger	R\$ 5,00 (Hu infinito)	R\$ 4,99
Placa de Circuito Impresso	R\$ 3,90 (Hu infinito)	—
Conektor Barra de Pinos	R\$ 2,82 (Hu infinito)	R\$ 2,82
Chave liga/desliga	R\$ 19,90 (Mercado Livre)	R\$ 4,00
Bateria de Carrinho	R\$ 40,00 (Mercado Livre)	R\$ 56,90 *
Leitor Biométrico	R\$ 55,98 (Mercado Livre)	R\$ 69,90 *
Display LED	R\$ 24,90 (Hu infinito)	—
Cartão de Memória 4GB	R\$ 15,00 (Lojas Americanas)	R\$ 25,90
Resistores	R\$ 0,10 (Hu infinito)	—
Regulador de tensão 7805	###	R\$ 2,50
Total gasto		R\$ 195,86

Legenda: — Disponibilizado pela equipe; * Frete incluso; ### Preço não pesquisado.

Tabela 11 – Orçamento Aplicação

Item	Previsto	Final
Servidor	R\$ 50,00	Gratuito
Total gasto		Gratuito

5 Cronograma do Projeto

Foram definidas atividades para cada uma das áreas, estas atividades foram definidas pelos gerentes de cada área, visando atender as necessidades do produto. Definidas as atividades foi traçado um plano de ação utilizando a aplicação web *Click Up*. Dessa forma um cronograma foi definido para cada uma das equipes e é descrito nas tabelas 13, 14, 15 e 16.

Além disso, foi definido um cronograma geral do projeto baseado nas principais etapas de P&D e datas limite do projeto, dando assim a visão macro do cronograma.

Tabela 12 – Cronograma do Projeto

Atividade		Início	Término
1	Início do Projeto	09/09	09/09
2	Levantamento de requisitos	09/09	18/09
3	Ponto de Controle 1	30/10	16/10
4	Projeto do protótipo	07/10	30/10
5	Ponto de Controle 2	24/10	30/10
6	Construção do protótipo	30/10	20/11
7	Período de teste dos subsistemas	20/11	24/11
8	Integração das áreas	20/11	27/11
9	Teste e validação do protótipo	20/11	27/11
10	Ponto de Controle 3 - Documentação Final	19/11	27/11
11	Apresentação Final - BioChamada	02/12	02/12

Tabela 13 – Cronograma Invólucro

Atividade	Início		Término		Status	(%)
	Previsto	Realizado	Previsto	Realizado		
1 Documento justificando escolha do filamento	16/09	16/09	30/09	30/09	OK	100
2 Documento justificando Design e ergonomia	20/10	25/10	27/10	27/10	OK	100
3 Elaboração do CAD	20/09	25/09	2/10	20/10	OK	100
4 Impressão do invólucro	28/10	30/10	7/10	25/11	OK	100

Tabela 14 – Cronograma Hardware

	Atividade	Início		Término		Status	(%)
		Previsto	Realizado	Previsto	Realizado		
1	Levantamento de requisitos de Hardware	23/09	23/09	27/09	25/09	OK	100
2	Cálculo de consumo energético	26/09	26/09	29/09	27/09	OK	100
3	Escolha de componentes e orçamento	24/09	26/09	30/09	27/09	OK	100
4	Aquisição de componentes	22/09	22/09	11/10	14/10	OK	100
5	Pesquisa de documentação de componentes	25/09	25/09	01/09	01/09	OK	100
6	Criação do esquemático de ligação	27/09	29/09	04/10	06/10	OK	100
7	Layout da PCB (1ª versão)	07/10	09/10	14/10	14/10	OK	100
8	Ajustes no layout PCB (junto com outras áreas)	14/10	21/10	28/10	28/10	OK	100
9	Relatório PC2	14/10	21/10	30/10	30/10	OK	100
10	Confecção da PCB	04/11	15/11	06/11	26/11	OK	100
11	Testes e ajustes	06/11	20/11	27/11	Em andamento	OK	80

Tabela 15 – Cronograma Firmware

	Atividade	Início		Término		Status	(%)
		Previsto	Realizado	Previsto	Realizado		
1	Leitura dos datasheets	13/09	13/09	19/09	19/09	OK	100
2	Revisão dos protocolos de comunicação (i2c, uart, spi)	19/09	19/09	25/09	25/09	OK	100
3	Definição dos pinos de I/O	23/09	23/09	26/09	26/09	OK	100
4	Fluxograma	27/09	27/09	05/10	05/10	OK	100
5	Init Display LCD 16X2	06/10	13/10	13/10	20/10	OK	100
6	Init leitor de biometria	21/10	21/10	26/10	30/10	OK	100
7	Init ESP32 wi-fi	30/10	30/10	4/11	4/11	OK	100
8	Init data logger	04/11	06/11	8/11	12/11	OK	100
9	Integrar os modulos	12/11	12/11	15/11	17/11	OK	100
10	Rotina de cadastro de alunos	17/11	17/11	19/11	19/11	OK	100
11	Definir protocolo de comunicação com Software	17/11	17/11	17/11	17/11	OK	100
11	Rotina de chamada	22/11	22/11	23/11	23/11	OK	100
12	Rotina de cadastro dos professores	23/11	24/11	24/11	24/11	OK	100
13	Rotina de envio dos dados do cartão SD	24/11	24/11	25/11	25/11	OK	100

Tabela 16 – Cronograma Aplicação

	Atividade	Início		Término		Status	(%)
		Previsto	Realizado	Previsto	Realizado		
1	Definição da solução	16/09	16/09	18/09	18/09	OK	100
2	Elaboração do protótipo	18/09	18/09	10/10	02/11	OK	100
3	Definição da documentação	18/09	18/09	30/09	28/09	OK	100
4	Elaboração da documentação	25/09	25/09	30/11	26/11	OK	100
5	Definição do ambiente de desenvolvimento	26/09	26/09	30/09	28/10	OK	100
6	Criação do banco de dados	10/10	15/10	20/10	24/10	OK	100
7	Construção do código	9/10	23/10	27/11	27/11	OK	100

6 Lições Aprendidas

Este capítulo destina-se a explicitar as lições aprendidas ao longo do projeto, englobando dinâmica da equipe, desenvolvimento nas 4 áreas de atuação, relação entre as áreas e cumprimento dos requisitos do projeto.

6.1 Planejado X Realizado

6.1.1 Requisitos não atendidos

Dentre os requisitos propostos pelo projeto, houve apenas um não atendido como planejado inicialmente: A ergonomia do produto. Como dito em capítulos anteriores desse documento, a ergonomia era um importante requisito para o BioChamada, devido a inúmeras mudanças de projeto o dispositivo foi finalizado com dimensões acima das desejadas.

Os dois motivos desse requisito não ter sido atendido foram as dimensões do *Shield Data Logger* e da bateria. Ao fim do projeto a equipe de hardware reconheceu que poderiam ser utilizados componentes menores. A escolha de projeto para o *Shield Data Logger* foi o modelo *Shield Data Logger* Arduino com RTC DS1307, que foi escolhido devido a necessidade mapeada pela equipe de firmware do *RTC - Real Time Clock*) externo.

A medida que a equipe de firmware avançava na programação conseguiram utilizar o RTC da própria esp32 e notaram a incompatibilidade do *Shield Data Logger* escolhido com o microcontrolador. Ao fim da programação de firmware, a equipe de firmware concluiu que o modelo escolhido foi superdimensionado e optou-se pela compra de outro *Shield Data Logger* mais simples e com dimensões bem menores.

Durante a execução do projeto também foi de comum acordo entre a equipe de hardware e os professores o super dimensionamento da bateria, podendo essa ser menor e mais leve, o que também ocasionaria grande melhoria ergonômica para o produto.

Tabela 17 – Comparativo das dimensões do Invólucro

Planejado	Realizado
135 x 100 x 43 mm	157 x 105 x 54,35 mm

6.1.2 Prazo

Referente ao prazo de entrega do projeto, o P&D atendeu ao prazo estipulado na subseção ???. O projeto foi finalizado juntamente com a entrega do presente relatório.

6.1.3 Orçamento

Referente ao orçamento estipulado, o P&D superou as expectativas do custo do protótipo, realizando-o com orçamento de R\$ 325,86. Finalizar o projeto abaixo dos orçamentos arrecadado e previsto foi possível pois muitos dos componentes eletrônicos foram disponibilizados por integrantes da equipe.

Tabela 18 – Comparativo dos orçamento do projeto

Arrecadado	Previsto	Final
R\$ 510,00	R\$ 428,40	R\$ 325,86

6.2 Melhorias para o BioChamada

Alguns pontos e requisitos foram levantados pela equipe de projeto visando o aperfeiçoamento e melhoria do BioChamada para trabalhos futuros.

1. Invólucro:

- Produto mais ergonômico;
- Material mais leve;
- Tornar o produto a prova d'água;

2. Aplicação:

- Mais funcionalidades para melhor interface e controle de frequência mais completo;
- Mais funcionalidades voltadas para os estudantes;
- Maior abrangência do produto visto que o desenvolvimento foi restrito para universidades pré cadastradas;

3. Hardware:

- Otimizar a estrutura de carregamento da bateria, possibilitando uma bateria menor.

6.3 Desafios Enfrentados

Essa seção apresenta os principais desafios enfrentados pela equipe no que diz respeito a gerenciamento e trabalho em equipe, habilidades técnicas e motivação.

Gerenciamento e trabalho em equipe

- Comunicação com as outras áreas;
- Integração com as outras áreas;
- Reprojeto devido a mudanças das outras áreas;
- Distribuição de atividades;
- Entrega de atividades e prazos;
- Cumprimento do cronograma;
- Falta de cronograma de atividades mais específico e com prazos mais curtos e definitivos.

Habilidades técnicas

- Inexperiência com impressão 3D;
- Foco na prototipagem da aplicação no lugar do desenvolvimento de software;
- Inexperiência com desenvolvimento de layouts de placas de circuito impresso;
- Atuação fora da área de domínio;
- Front-end e banco de dados da aplicação web.

Motivação

- Falta de organização pessoal de prioridades e horários;
- Pouco comprometimento.

6.4 Aprendizagem

Durante o desenvolvimento do projeto, apesar das dificuldades enfrentadas, houve muito aprendizado técnico e pessoal. Sem dúvidas, aprender a trabalhar em equipe e saber com quais colegas contar foi determinante para o desenvolvimento do projeto. Corrigir, incentivar e ensinar os companheiros de equipe foi o que permitiu a finalização do projeto.

Aprendizado técnico

- Impressão 3D:
 - Configuração de impressão;
 - Tipos de impressora ;
 - Melhor configuração de impressão para o material escolhido;
- Desenvolvimento de esquemático juntamente com a placa de circuito impresso;
- Montagem e otimização de Hardware;

Aprendizado pessoal

- Dinâmica de PD de um novo produto;
- Trabalho em equipe;
- Comunicar melhor com a própria área e com as outras áreas do projeto;
- Proatividade ao modificar o projeto e reiniciar a fabricação;
- Maturidade e organização pessoal;
- Persistência e paciência;
- Contar com a ajuda dos colegas de equipe;
- Pedir ajuda dos colegas de equipe;
- Resiliência diante das falhas de projeto, impressão, código e etc;
- Gerencias:
 - Cobrar empenho de todos da equipe;
 - Cobrar prazos e entregas;
 - Liderar e delegar funções;

6.5 Recomendações para Projetos Futuros

Para projetos futuros, os principais pontos ressaltados pela equipe são listados a seguir:

- Boa comunicação entre as áreas de conhecimento é fundamental, então se houver mudanças de projeto da sua área comunique sempre a área que será afetada;

- Imponha limites nas modificações do projeto das outras equipes que afetam/prejudicam os requisitos da sua área e consequentemente a integração do projeto;
- Resolva os problemas o quanto antes, quanto mais tempo sobrar para correções e testes melhor;
- Planeje, discuta e distribua bem as atividades durante as etapas do projeto;
- Faça um cronograma de cada etapa do projeto e execute as atividades dentro do prazo, isso dará margem de tempo para correção de erros e ajustes de projeto;
- Ter boa atitude e proatividade para resolver os problemas que irão aparecer.

6.6 Desempenho dos Fornecedores

A única dificuldade enfrentada com fornecedores foi impressão 3D. Inicialmente, foi utilizada a impressora 3D disponibilizada pelo laboratório CISCO, manuseada pelos componentes da área do Invólucro. Inicialmente, devido a inexperiência no manuseio e configuração da impressora foi necessário pesquisar e realizar diversos testes variando os parâmetros de impressão para encontrar a configuração ótima de temperatura, ventilação e densidade do filamento.

A primeira impressora utilizada não possuía o suporte para o filamento, portanto, era necessário que a impressão fosse vigiada o tempo todo e o filamento fosse girado manualmente. Como a impressão de cada peça durava cerca de 7 horas, o processo foi exaustivo.

A solução foi a utilização de outra impressora, do laboratório LASA localizado na FGA, que possuía o suporte para o filamento. No LASA a equipe não ficou responsável pela impressão, deixando a impressão a cargo do responsável pelo LASA. Porém, a impressora quebrou e a qualidade das peças impressas no deixou a desejar.

A solução, com o prazo de integração atrasado, foi pegar o suporte do filamento do LASA na impressora do laboratório CISCO. Com essa estratégia, as peças foram impressas com qualidade satisfatória.

Referências

- 3DFILA. *Tipos de filamentos: os principais para as Impressoras 3D*. 2018. Disponível em: <<https://3dfila.com.br/tipos-de-filamentos-os-principais-para-as-impressoras-3d/>>. Citado na página 22.
- 3DLAB. *Propriedades técnicas dos materiais*. 2017. Disponível em: <<https://3dlab.com.br/propriedades-dos-materiais-para-impressora-3d/>>. Citado na página 23.
- APLICADA-SIA, S. de tecnologia. *Manual das Baterias Recarregáveis, Pilhas e Carregadores*. 2017. Disponível em: <<http://www.sta-eletronica.com.br/resources/downloads/manual.pdf>>. Citado na página 61.
- BRASIL, A. *Ficha Técnica PETG*. 2017. Disponível em: <<http://www.acrilicodobrasil.com.br/pdf/petg-ficha-tecnica-propriedades.pdf>>. Citado na página 24.
- PORTO, S. C. M. e. I. d. J. R. Adriane de C. C. Mapeamento de artigos acadêmicos que relaciona a educação profissional com a indústria 4.0. *Latin American Journal of Science Education*, nov 2018. Citado na página 5.
- SEEDF, S. de Estado de E. *Dados e Indicadores Educacionais*. 2017. Disponível em: <<http://www.se.df.gov.br/dados-e-indicadores-educacionais/>>. Citado na página 10.
- ULTIMAKER. *Ficha Técnica ABS*. 2017. Disponível em: <<https://ultimaker.com/download/67639/TDS%20ABS%20v3.011-por-PT.pdf>>. Citado na página 24.
- ULTIMAKER. *Ficha Técnica PLA*. 2017. Disponível em: <<https://ultimaker.com/download/67603/TDS%20PLA%20v3.011-por-PT.pdf>>. Citado na página 24.
- UNBNOTICIAS. *Anuário Estatístico 2018: um raio-x da UnB*. 2018. Disponível em: <<https://noticias.unb.br/76-institucional/2702-anuario-estatistico-2018-um-raio-x-da-unb>>. Citado na página 10.

Appendices

Apêndice 1: Cálculo das baterias

Inicialmente, cada componente foi analisado em suas especificações quanto ao seu consumo de tensão e corrente. Optou-se inicialmente para uma escolha uniforme de componentes quanto ao consumo, ou seja, que todos os componentes trabalhassem no mesmo nível de tensão. Porém, isso não foi possível, visto que algumas peças seriam muito mais caras ao projeto ou nem tinham no mercado. A partir disso, foi necessário incluir no micro-controlador a função de reduzir a tensão para os dispositivos que trabalham abaixo de 5V. Com as tensões e correntes definidas, como especificado na tabela 6, foi possível calcular a potência consumida de cada um dos elementos, utilizando a fórmula:

$$P = V \times I.$$

Com as potências calculadas, as mesmas foram somadas, dando um total de 2,51 W. Como no início do projeto foi estipulado como requisito mínimo de autonomia o tempo de aproximadamente 6 horas, para o professor ter mais tranquilidade no uso do aparelho, procurou-se por baterias que cumpriam com este requisito. Para isso, foi analisado a voltagem da bateria utilizada e a quantidade de corrente por hora que ela disponibilizava. Esses dois fatores foram multiplicados utilizando a mesma fórmula, resultando na potência das baterias, que se encontra na tabela 7. Dividindo a potência da bateria pela potência total consumida pelo sistema, obtém-se a quantidade de horas que o sistema conseguirá se manter ligado. Das baterias analisadas, a de 9 V e 250 mAh ficava apenas 55 minutos ligada. A bateria de 4,8 V e 2000 mAh ficava aproximadamente 4 horas ligada, o que além de não atender o requisito mínimo estipulado também era mais caro que as outras. Por fim, a escolhida foi a bateria de 6V e 2500 mAh, que oferecia ao sistema praticamente o estipulado, podendo alimentar o sistema por 5 horas e 59 minutos. Vale citar que o tempo mínimo estipulado foi escolhido levando em consideração o desgaste da própria bateria com o decorrer do tempo, que diminuirá o tempo de autonomia. Além disso, a bateria estipulada é recarregável. Como os equipamentos utilizados funcionam apenas a 5V, foi necessário a utilização de um regulador de tensão modelo 7905 para redução da tensão da bateria (6V) para a tensão suportada pelo sistema. O tipo de bateria (Níquel Metal-Hidreto) foi escolhida por diversos fatores. Entre eles:

- Sustentabilidade: Esse tipo de bateria faz uso de metais não tóxicos em sua confecção, diferente das baterias de Níquel Cádmio (NiCd), além de possuírem uma densidade energética maior, ou seja, a quantidade de energia contida em seu sistema pelo espaço utilizado é melhor ao outro.

- Preço: Apesar das baterias de NiCd serem mais baratas que a de NiMh em geral, as opções encontradas no mercado para a segunda opção foram mais vantajosas em termos de autonomia da bateria disponibilizada.
- Descarga: Não é recomendado as baterias de NiMh para descargas de corrente rápida na bateria (acima de 50% da corrente nominal), por diminuir seu tempo de vida. Apesar disso, o projeto utiliza menos que 16.7% da corrente nominal da bateria por hora, ou seja, não haverá um desgaste rápido.

Os dados das baterias foram retirados do manual de baterias recarregáveis ([APLICADA-SIA, 2017](#)).