

FACULDADE PITÁGORAS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO

FACULDADE PITÁGORAS

Aluno: Raphael Brandão de Souza

Curso: Engenharia de Controle e Automação

Matrícula: 828587

Divinópolis

2016

RAPHAEL BRANDÃO DE SOUZA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO

GUILHERME OTÁVIO FERREIRA FARIA

Relatório de Estágio Curricular apresentado à Faculdade Pitágoras como requisito parcial do curso de Engenharia de Controle e Automação.

Coordenador de Curso:

Danielle Comitante Leão Fontes

Divinópolis

2016

FACULDADE PITÁGORAS

Relatório de Estágio Curricular Obrigatório em 2016

Dados do Estagiário

Nome: Raphael Brandão de Souza

Registro Acadêmico: 828587

Curso e Período: Engenharia de Controle e Automação, 8º Período

Dados do Local de Estágio

Empresa: Guilherme Otávio Ferreira Faria

Supervisor: Guilherme Otávio Ferreira Faria

Nº de registro: 200649/LP

Período de Estágio

Início: 19/09/2016

Término: 24/10/2016

Jornadas de trabalho: 30 horas semanais.

Total de horas: 150 horas em 25 dias úteis.

Divinópolis

2016

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	CENÁRIO	4
1.2	SOBRE O <i>PLUGAR</i>	5
1.3	TECNOLOGIA APLICADA AO <i>PLUGAR</i>	6
1.3.1	MICROCONTROLADORES	6
1.3.2	ESP8266 VERSÃO ESP-201	6
1.3.3	PROTOCOLO I2C	7
1.3.4	CI PCF8574	7
1.3.5	PLA	7
1.4	CONCEITO FUNCIONAL	8
1.4.1	ESTRUTURAL	8
1.4.2	ELETRÔNICA	10
2	AMBIENTE DE ESTÁGIO	11
2.1	ORGANOGRAMA	12
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	13
4	DISCUSSÕES GERAIS	22
4.1	DO PROJETO	22
4.2	DO AMBIENTE DE ESTÁGIO	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
6	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o projeto, denominado *PLUGAR*, cumprindo a primeira de duas fases da disciplina de Estágio Supervisionado I, que tem como supervisor o engenheiro Guilherme Otávio Ferreira Faria. Ressalta-se que este projeto é parte integrantes das disciplinas acadêmicas que estão sendo e serão cursadas na Faculdade Pitágoras pelo aluno Raphael Brandão do curso de Engenharia de Controle e Automação.

1.1 CENÁRIO

Com a crescente inclusão digital, a necessidade de agregar componentes do dia-a-dia no mundo digital está sempre em demanda. A Internet das Coisas é um termo que está sendo repetido cada vez mais nos artigos acadêmicos, nas redes de notícias, projetos de financiamento coletivo, colaborações open-source, etc. Por definição, Internet das Coisas (*IoT - Internet of Things* em inglês) é sinônimo da agregação de componentes simples, básicos e *offlines* como geladeiras, carros, cortinas, entre outros, em um ambiente *online*, controlado e integrado. Através desta virtualização é possível assumir o controle, economizar tempo, poupar esforços, em qualquer lugar a qualquer momento, utilizando desde seu smartphone até soluções ainda mais engenhosas; dependendo apenas da aplicação.

Desta forma, o projeto *PLUGAR* apoia-se nessa cultura, captando todos os benefícios de transformar o conceito simplório e estático das tomadas residenciais em um sistema complexo, integrado, compartilhado e dinâmico, permitindo maximizar o potencial manual e fixo de controle dos eletrodomésticos, luzes e eletroeletrônicos transformando-os em componentes vivos de um sistema.

O objetivo cumprido neste estágio inclui a modelagem, análise e impressão 3D do componente estrutural, planejamento inicial da eletrônica lógica e eletrônica de potência da placa de circuito impresso do *PLUGAR*.

1.2 SOBRE O *PLUGAR*

PLUGAR é conectar, é vincular, é agregar. O termo reforça a ideia de que é necessária uma reformulação dos pontos de tomadas e interruptores, a fim de alcançar uma maior abrangência nas funcionalidades, trazendo tecnologia e maiores níveis de conforto e ergonomia se comparado ao padrão atual. Este utiliza de recursos manuais e fixos, como por exemplo, o novo plugue de tomada elétrica de três pinos, regulamentado pela NBR 14136 (Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250V em corrente alternada - padronização). Além do alto custo, a alteração do padrão gera um movimento desnecessário na indústria para refatoração dos produtos homologados. No final das contas, além do fato de prejudicar o consumidor financeiramente por requerer renovação dos produtos adquiridos ou transporte de adaptadores, este padrão não conta com nenhum tipo de inserção no meio tecnológico.

Unificando os padrões de tomada, o *PLUGAR* também adiciona flexibilidade em um novo modelo que funciona sob a demanda do usuário e inclui tecnologia de ponta nas residências tirando vantagem da estrutura existente dos modelos atuais e modificando diretamente a maneira como interagimos com nossas residências. O objetivo do dispositivo é integrar, em rede doméstica e na internet, pontos de interruptores e tomadas, com capacidade à expansão para pontos de telefone, ethernet, etc. Para incrementar a usabilidade do dispositivo, o *PLUGAR* foi projetado com o ideal de modularidade. Além de funcionar como contêiner de módulos que variam em funcionalidade, o design do dispositivo também pode ser adaptado e estendido para fins específicos (Figura 1).



Figura 1 - *PLUGAR* visto de frente
Fonte: Imagem do autor

1.3 TECNOLOGIA APLICADA AO *PLUGAR*

Para embasar os conceitos técnicos, deve-se mencionar as referências que se seguem.

1.3.1 MICROCONTROLADORES

Um microcontrolador é um sistema computacional completo, no qual estão incluídos uma CPU (Unidade de processamento central), memória de dados e programa, um sistema de clock, portas de I/O (Entrada/Saída), além de outros possíveis periféricos, tais como, módulos de temporização e conversores A/D entre outros, integrados em um mesmo componente. (DERNARDIN, [2005], p. 2)

1.3.2 ESP8266 VERSÃO ESP-201

ESP8266 é um microcontrolador com Wi-Fi embutido. Conta com conectores GPIO, barramentos I2C, SPI, UART, entrada ADC, saída PWM e sensor interno de temperatura. Sua CPU opera em 80MHz, com possibilidade de operar em 160MHz. Possui arquitetura RISC de 32 bits, 32KBytes de RAM para instruções, 96KBytes de RAM para dados, 64KBytes de ROM para boot. Possui uma memória Flash SPI Winbond W25Q40BVNIG de 512KBytes. O núcleo é baseado no IP Diamand Standard LX3 da Tensilica. Fabricado pela Espressif, existem módulos de diferentes tamanhos e fabricantes.

O módulo utilizado neste projeto é o ESP-201. Além das características citadas acima possui dois tipos de antena: embutida ou conector para UF-L. Também conta com pinagem padrão de protoboard (distância entre pinos de 2.54mm) com dimensão totalizando 34x25x3,5mm (Figura 2).

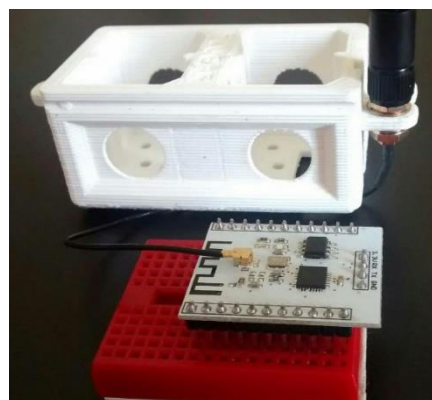


Figura 2 - ESP8266 versão ESP 201
Fonte: Imagem do autor

1.3.3 PROTOCOLO I2C

O protocolo I2C descreve o funcionamento de um barramento de comunicação serial que utiliza apenas dois fios, inventado pela Philips no início da década de 90, este protocolo é muito utilizado para conectar periféricos de baixa velocidade a placas-mãe, microcontroladores e afins. Tanto a unidade de controle quanto os periféricos devem possuir implementação e suporte I2C, seja via hardware no próprio microcontrolador ou utilizando CI's externos como o SC16IS750, ou até mesmo via software, através de um método chamado bit-bang, onde o funcionamento do protocolo é emulado bit a bit. (CAMARA, 2013, p.1)

1.3.4 CI PCF8574

O circuito integrado PCF8574 é um extensor de portas entradas/saídas. Funciona sobre a interface de comunicação I2C, simplificando o circuito em apenas duas portas: serial clock (SCL) e serial data (SDA).

Com ele é possível expandir as portas de um microcontrolador utilizando apenas essas duas portas para emular o controle de até 8 portas. Comunica com outros dispositivos I2C conectados através do registrador que pode conter até 8 estados, uma para cada porta.

1.3.5 PLA

PLA é um material biodegradável produzido a partir de fontes naturais tais como cana de açúcar e milho, utilizado como matéria prima de impressoras 3D. Grandes peças impressas com PLA apresentam dimensões precisas e não sofrem com o efeito *warp* (resfriamento rápido do material que causa contração). Emite um odor característico de açúcar e não emite nenhum gás tóxico como pode ser o caso de outros filamentos derivados de plástico.

1.4 CONCEITO FUNCIONAL

Cada dispositivo *PLUGAR* é uma central autônoma capaz de fisicamente controlar os módulos e integra-los em rede doméstica e/ou via Internet. Para controle e interface com WiFi o microcontrolador ESP8266 (na sua versão ESP-201) atende os requisitos e se demonstra ideal pelo baixo custo e integração. A ponte entre o microcontrolador e módulos será feita através do protocolo I2C utilizando o circuito integrado PCF8574, permitindo a conexão paralela de até 8 módulos sobre o mesmo barramento, reduzindo a complexidade do circuito impresso e agregando facilidades na padronização dos módulos. No cenário do *PLUGAR*, um CI I2C de 4 bits atenderia os requisitos.

Os módulos do *PLUGAR* serão desenvolvidos cada um com sua eletrônica interna, porém a estruturação do modelo para a eletrônica dos mesmos não será abordada neste trabalho.

1.4.1 ESTRUTURAL

Os componentes estruturais do *PLUGAR* irão habitar dois tipos de ambientes, o interior dos pontos de tomada, parcialmente escondido das vistas, e o exterior do ponto de tomada, se tornando uma ferramenta de design da residência. Neste relatório estão descritas as atividades desenvolvidas para realização dos componentes estruturais Contêiner e Tampa (Tabela 1).

Tabela 1 - Referência dos componentes, suas funções e localizações

Componente	Função	Localização
Contêiner (Figura 3)	Principal estrutura do <i>PLUGAR</i> . Responsável por substituir a estrutura dentro da caixa de tomada; interliga todos os demais componentes entre si; fixa e conecta o circuito eletrônico com o componente Módulo. Também é estrutura de apoio para o componente Tampa.	Fixado dentro da caixa de tomada.
Tampa	A Tampa além de funcionar como estrutura de design	Encaixado no

(Figura 4)	também funciona como fixador do componente Módulo dentro do componente Contêiner e como interruptor geral do <i>PLUGAR</i> . Pode assumir formatos variados para incrementar o design do ambiente.	Contêiner.
Módulo	O Módulo é o componente físico que oferece a flexibilidade que o ambiente virtual necessita. Cada Módulo possui sua determinada função e pode ser facilmente substituído do componente Contêiner, basta retirar o componente Tampa, remover o Módulo atual e inserir o desejado.	Inserido no Contêiner.

Fonte: Elaborado pelo autor

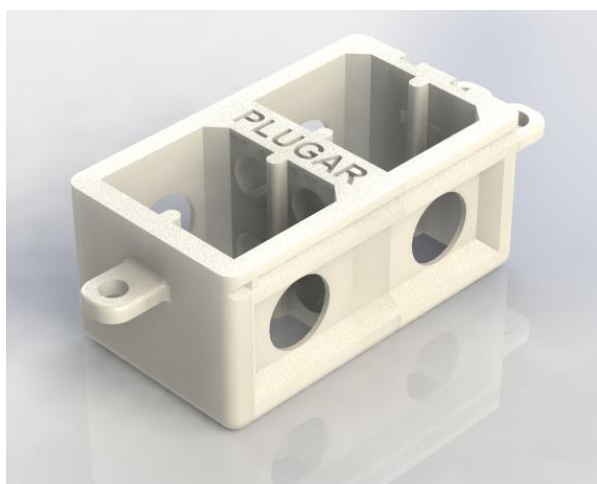


Figura 3 - Componente Contêiner, renderizado
Fonte: Imagem do autor



Figura 4 - Componente Tampa, renderizado
Fonte: Imagem do autor

1.4.2 ELETRÔNICA

Do objeto funcional do circuito eletrônico do *PLUGAR* destaca-se a capacidade de interligar o microcontrolador ESP8266 versão ESP-201, a cavidade dos módulos e as fontes de tensão.

O circuito é capaz de converter corrente alternada de alta tensão em corrente contínua de tensões 5v e 3.3v, redistribuir as faixas de tensões DC e AC para os módulos além de implementar o barramento I2C para comunicação.

Tabela 2 - Detalhamento dos componentes eletrônicos e suas funções

Nome	Descrição	Características
HLK-PM12 (Figura 5)	Conversor integrado AC para DC.	<ul style="list-style-type: none">• Opera com tensões AC entre 90v e 264v.• Eficiente, perde menos que 0.1W quando em standby.• Fornece 600mA de corrente estavelmente e aguenta picos de 1A.
L4931 (Figura 6)	Regulador de tensão pacote TO-92.	<ul style="list-style-type: none">• Regula tensões com até 2% de tolerância.• Corrente máxima de 300mA com circuito interno limitador de corrente e switch térmico.
BCI 006 1E-6 (Figura 7)	Barra de pinos macho-fêmea padrão protoboard com 6 saídas.	<ul style="list-style-type: none">• Conector de encaixe linear.• Baixo custo.
Terminais parafusados (Figura 8)	Borne integradas com circuito impresso.	<ul style="list-style-type: none">• Praticidade• Baixo custo

Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 5- HLK-PM12
Fonte: http://www.hlktech.net/product_detail.php?ProId=56

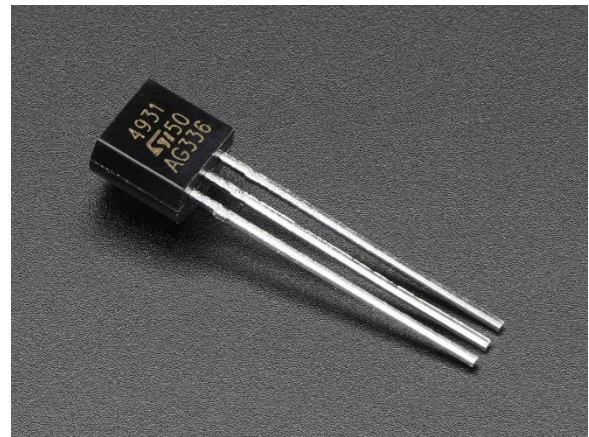


Figura 6 - L4931.
Fonte: <https://www.adafruit.com/product/2236>

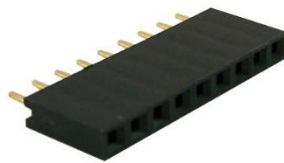


Figura 7 - BCI 006 1E-6
Fonte: <http://www.eletródex.com.br/barra-conectora-de-pino-estampado-simples-180-2-a-40-pinos.html>



Figura 8 - Terminais parafusados
Fonte: <http://www.taydaelectronics.com/dg300-screw-terminal-block-2-positions-5mm.html>

2 AMBIENTE DE ESTÁGIO

Guilherme Otávio Ferreira Faria é membro colaborador de uma firma autônoma prestadora de serviço na área de engenharia e construção civil.

A firma realiza projetos arquitetônicos, projetos elétricos, projetos de prevenção e combate a incêndio, projetos estruturais e planejamentos e execuções de obras. Presta serviço para Francisco Imóveis, Martins Empreendimentos, Construtora e Incorporadora Predisul, Construtora e Incorporadora Premium, dentre outros. Situa-se na Rua Pernambuco, número 50, bairro Centro da cidade de Divinópolis. Sua missão é executar com maestria obras e projetos na área de construção civil.

Atualmente, buscando expandir a abrangência na prestação de serviço, realizou-se uma parceria para desenvolver um projeto de automação residencial: o *PLUGAR*, combinando a expertise dos serviços realizados pela firma e o conhecimento do aluno aplicado na área de automação, controle, modelagem, eletrônica e impressão 3D.

O ambiente de estágio conta com estações de qualidade uma vez que na empresa são utilizados softwares robustos de CAD para o desenvolvimento dos projetos de engenharia civil.

2.1 ORGANOGRAMA

De acordo com o ambiente de estágio citado no item 2, foi possível estabelecer um organograma, no qual apresenta a organização hierárquica da empresa, seus setores e funcionamentos por meio de cores (Figura 9).

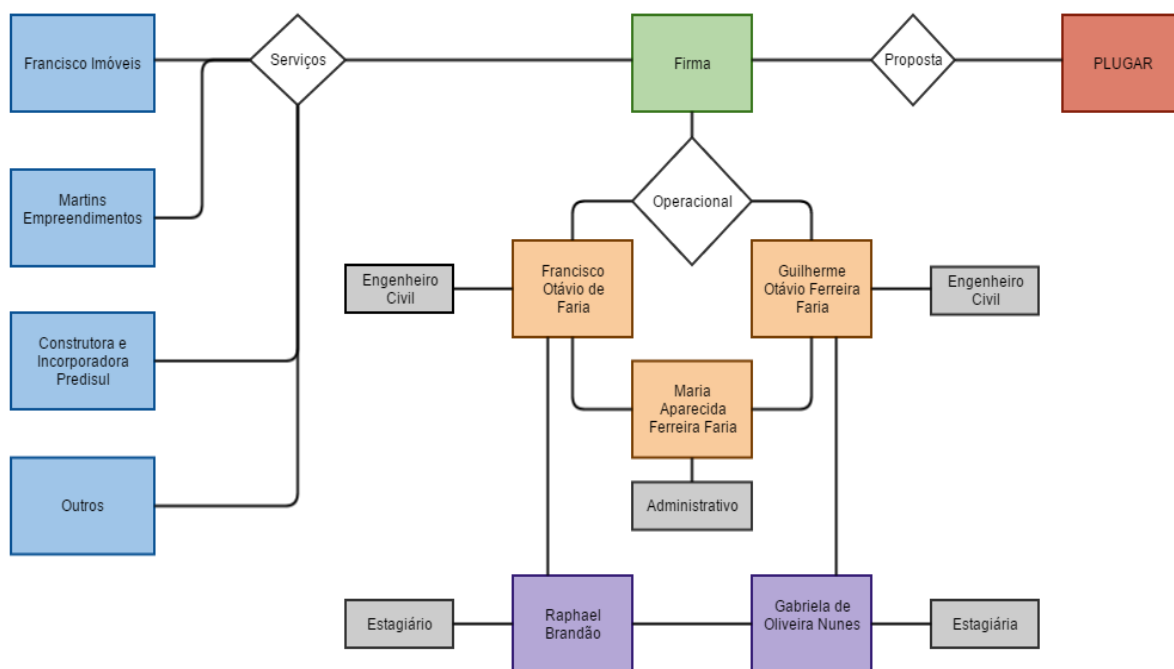


Figura 9 - Organograma da firma
Fonte: Elaborado pelo autor

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

19/09/2016 – Apresentação
Introdução à metodologia, ambientação e compartilhamento dos recursos necessários para o desenvolvimento durante o estágio.
20/09/2016 – Resolução conceitual
Apresentação dos conceitos, desafios técnicos, áreas de atuação para desenvolvimento do projeto, recursos necessários e capacidades requeridas.
Período de 21/09/2016 a 22/09/2016 – Discussão e detalhamento
Estruturação inicial das etapas necessárias para desenvolvimento linear do projeto. Observações sobre a necessidade do primeiro esboço técnico do circuito impresso para modelagem do modelo estrutural. Padronização para o tamanho do contêiner com 40x70x32mm. Contemplação e subdivisão do cronograma do projeto no tempo das etapas do estágio supervisionado e trabalho de conclusão de curso que se seguem entre o segundo semestre de 2016 ao segundo semestre de 2017.

Introdução ao software Eagle (Figura 10) e construtor de bibliotecas do Eagle (Figura 11).

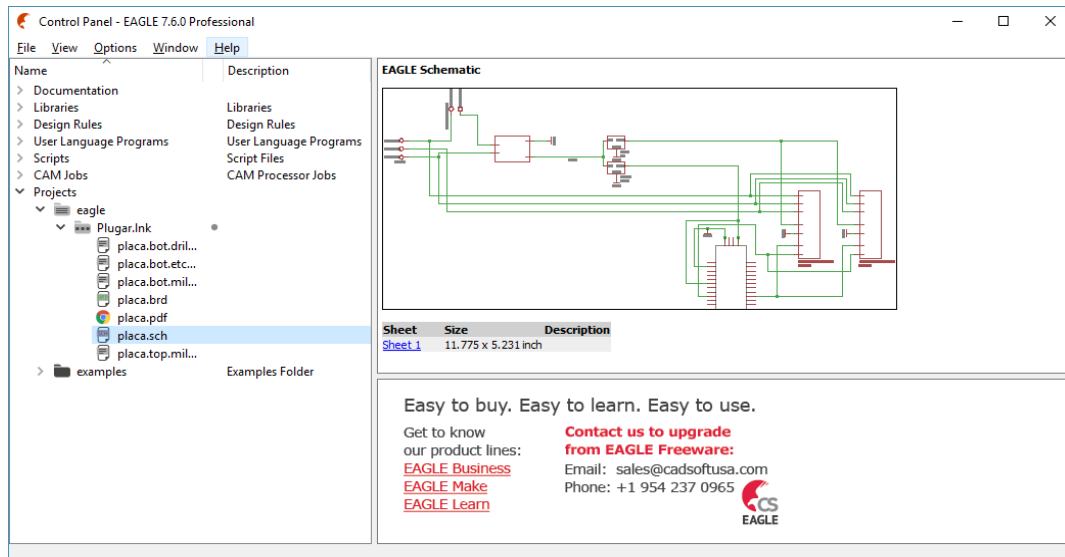


Figura 10 - Software CAD Eagle
Fonte: Imagem do autor

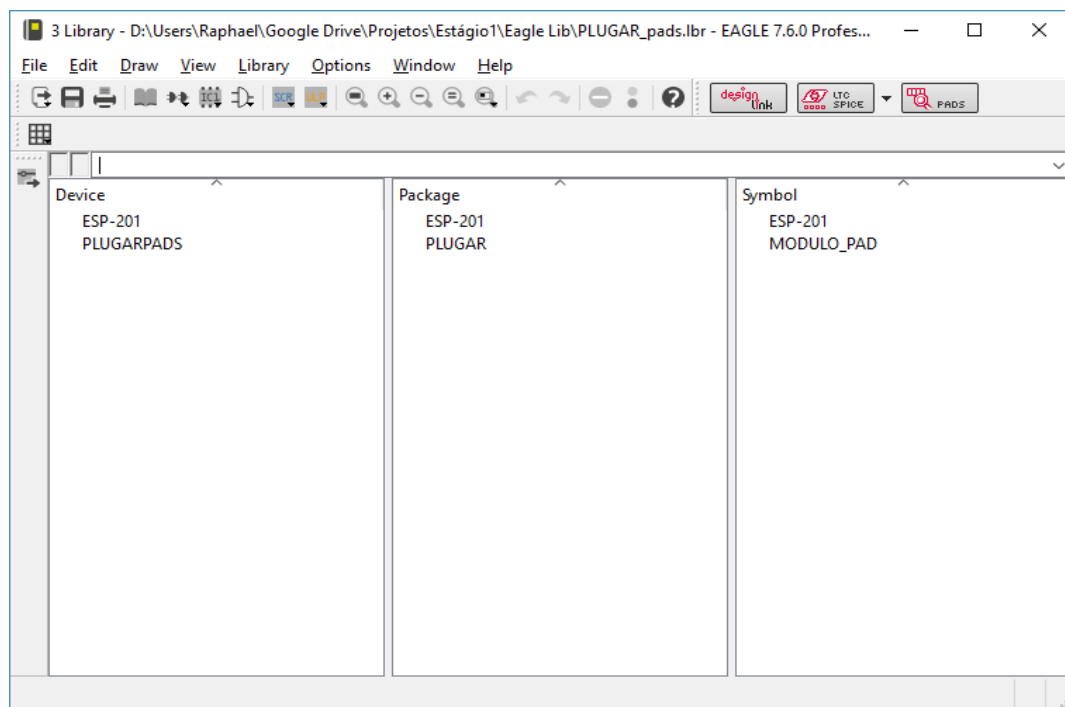


Figura 11 - Construtor de bibliotecas do Eagle
Fonte: Imagem do autor

26/09/2016 – Placa de circuito impresso e pesquisa técnica.

Desenvolvimento de bibliotecas de apoio para o diagrama e placa de circuito impresso dentro do Eagle; referentes ao componente ESP-201 (Figura 12 e 13) e o conector dos módulos (Figura 14 e 15). Pesquisa dos componentes necessários para atender os requisitos do sistema.

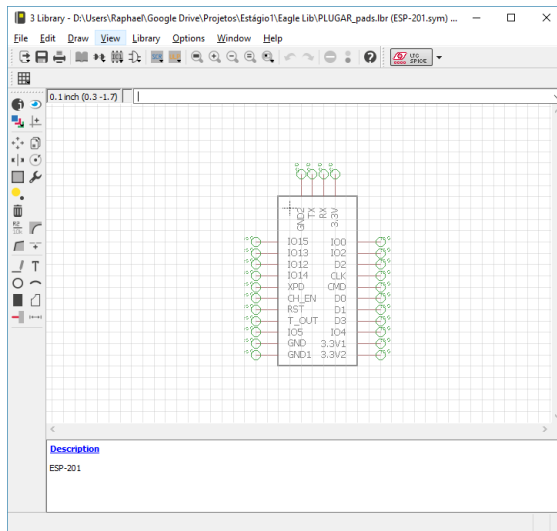


Figura 12 - Esquemática do ESP-201
Fonte: Imagem do autor

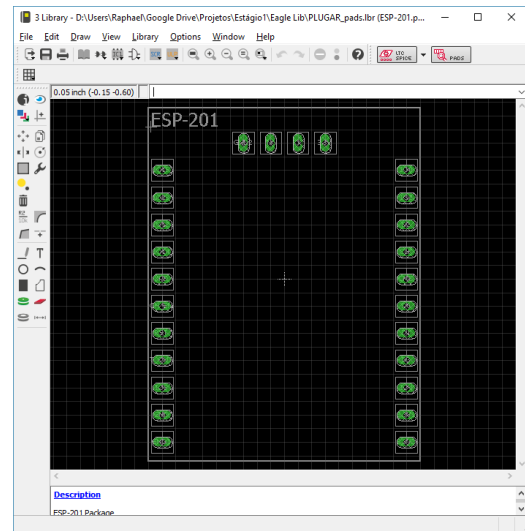


Figura 13 - Pacote do ESP-201
Fonte: Imagem do autor

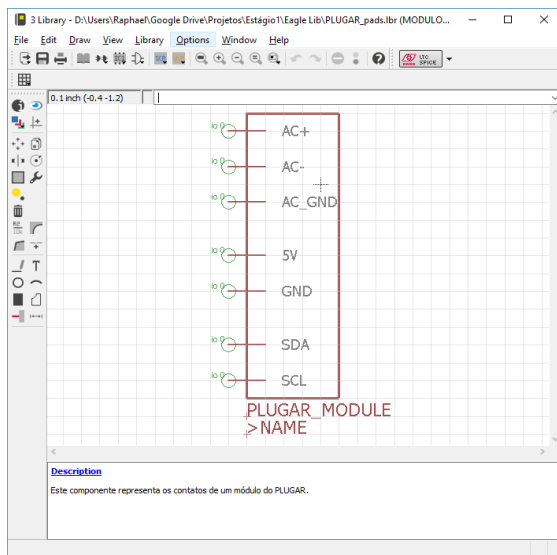


Figura 14 - Esquemática do conector de módulo
Fonte: Imagem do autor

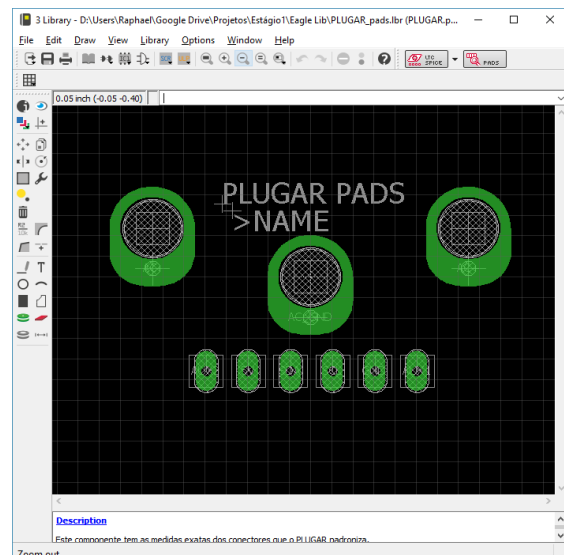


Figura 15 - Pacote do conector de módulos
Fonte: Imagem do autor

27/09/2016 – Placa de circuito

Integração dos componentes escolhidos no circuito esquematizado (Figura 16) com base nas medidas pré-estabelecidas (Figura 17). Modelagem da placa de circuito impresso (Figura 18).

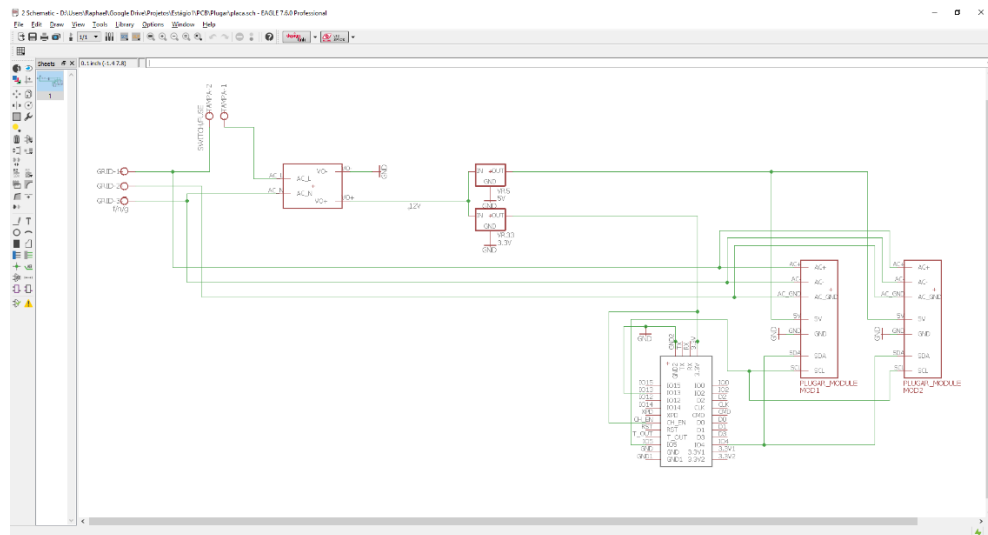


Figura 16 - Esquema eletrônico

Fonte: Imagem do autor

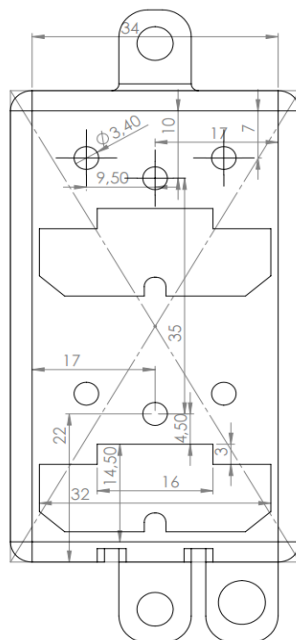


Figura 17 - Padrão estabelecido

Fonte: Imagem do autor

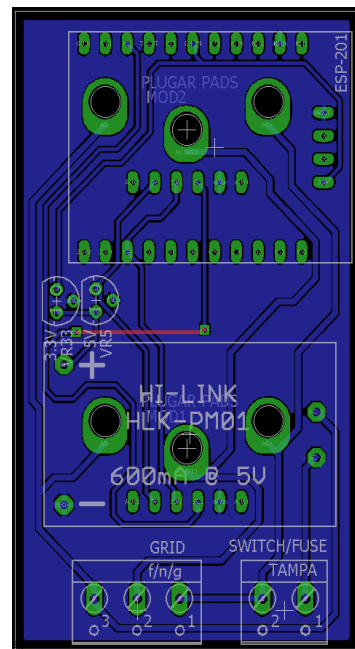


Figura 18 - Placa de circuito impresso do PLUGAR

Fonte: Imagem do autor

28/09/2016 – Introdução ao CAD 3D

Conferência do modelo gerado através do software Eagle com o padrão desejado. Introdução ao software de modelagem 3D SolidWorks (Figura 19).

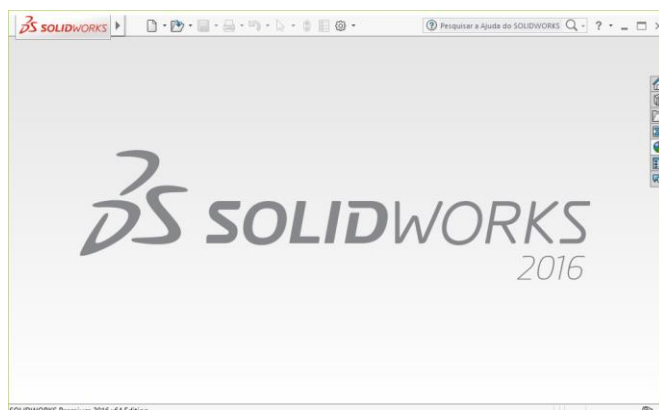


Figura 19 - Software CAD 3D Solidwoks
Fonte: Imagem do autor

Período de 29/09/2016 a 05/10/2016 – Componente Contêiner

Com base no modelo eletrônico e o desenho técnico do padrão estabelecido, foi desenvolvido o componente estrutural Contêiner (Figura 20) contemplando métrica para conter os componentes Módulos, orelhas fixadoras de parede, orelhas fixadoras para a antena, conceito para trilha de contato liga/desliga de ação com o componente Tampa e trilha de apoio para o componente Tampa.

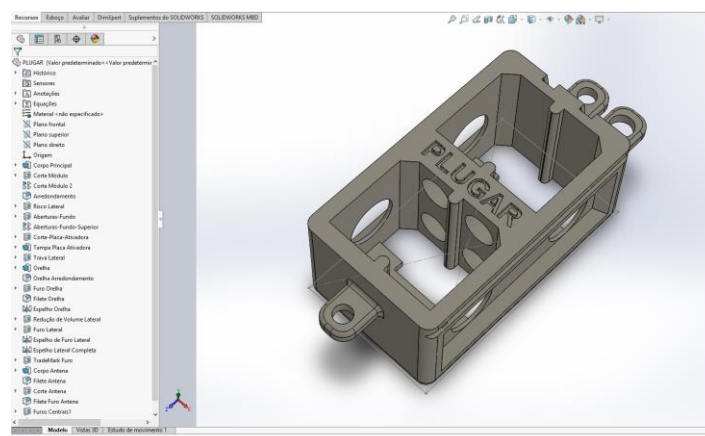


Figura 20 - Componente Contêiner, segunda versão
Fonte: Imagem do autor

Período de 06/10/2016 a 10/10/2016 – Componente Tampa

Implementação do componente Tampa (Figura 21) com design orgânico, furação para uso dos módulos e da antena, trilha para apoio no componente Contêiner e implementação dos textos informativos. Avaliação do resultado obtido.

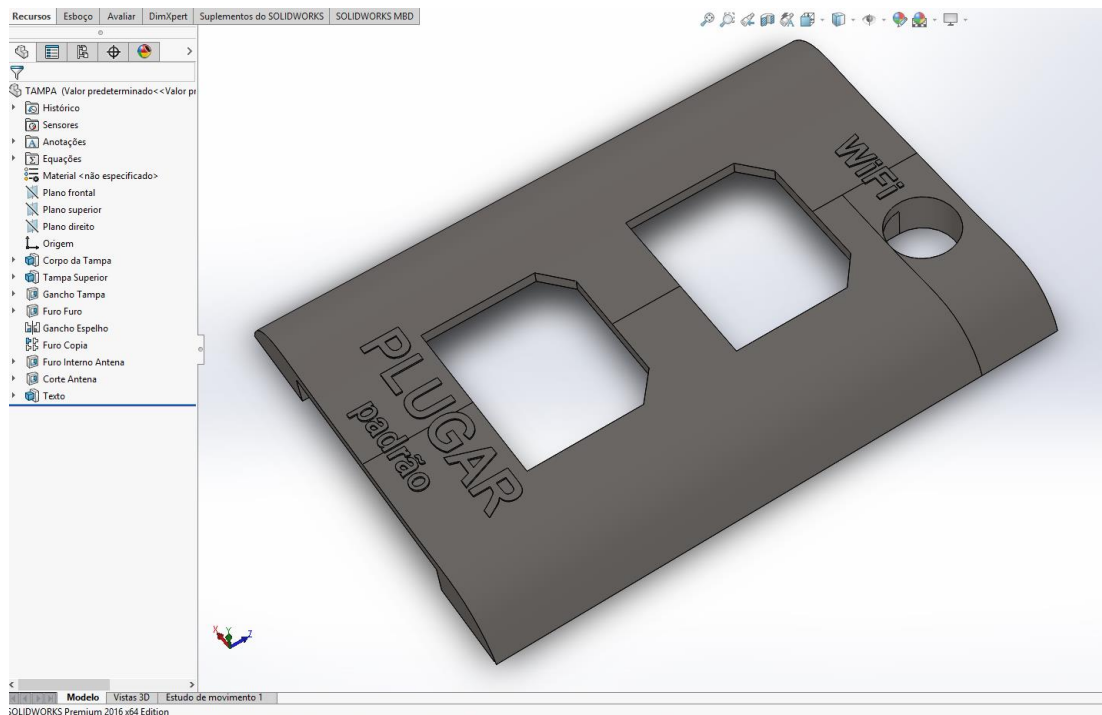


Figura 21 - Componente Tampa, segunda versão
Fonte: Imagem do autor

Período de 11/10/2016 a 14/10/2016 – Impressão 3D do Contêiner

Avaliação do primeiro modelo (Figura 22), redução de volume (Figura 23), geração de suporte para impressão 3D do componente Contêiner. Após duas tentativas a segunda versão (Figura 24) atendeu todos requisitos buscados.

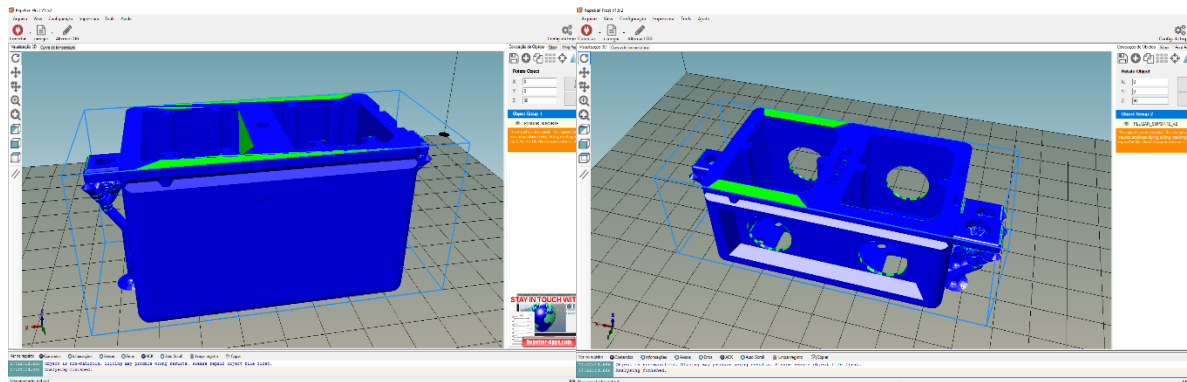


Figura 22 - Componente Contêiner, primeira versão
Fonte: Imagem do autor

Figura 23 - Componente Contêiner, redução de volume
Fonte: Imagem do autor

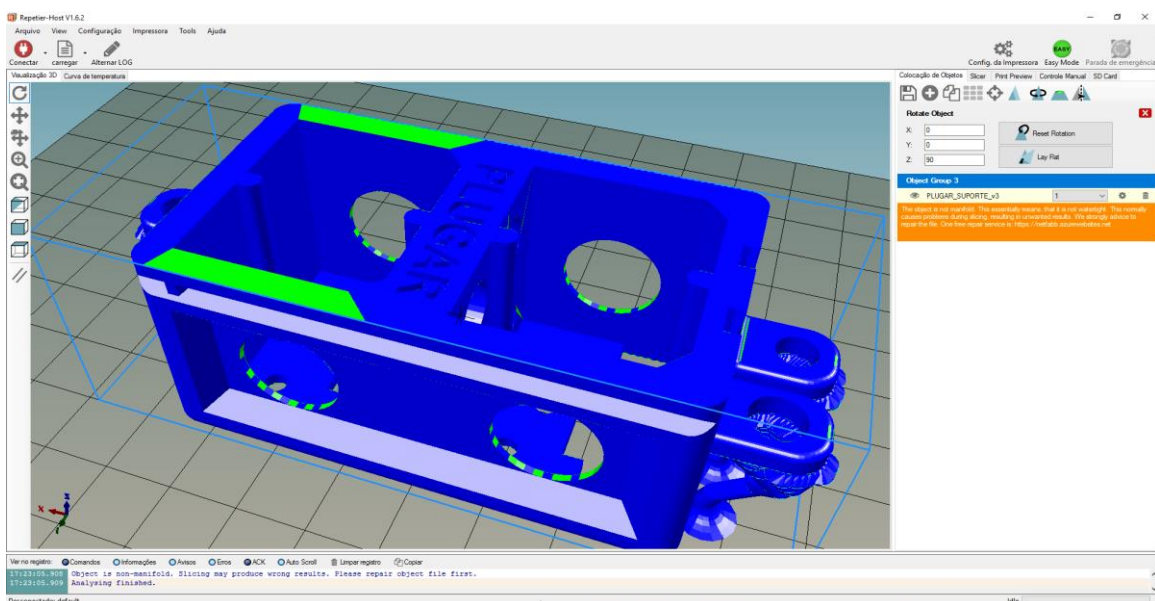


Figura 24 - Componente Contêiner, segunda versão
Fonte: Imagem do autor

Período de 17/10/2016 a 18/10/2016 – Componente Tampa

Avaliação do primeiro modelo (Figura 25), conferência do encaixe com o componente Contêiner, adequação e impressão da segunda versão com folga no trilho e aumento do orifício da antena (Figura 26).

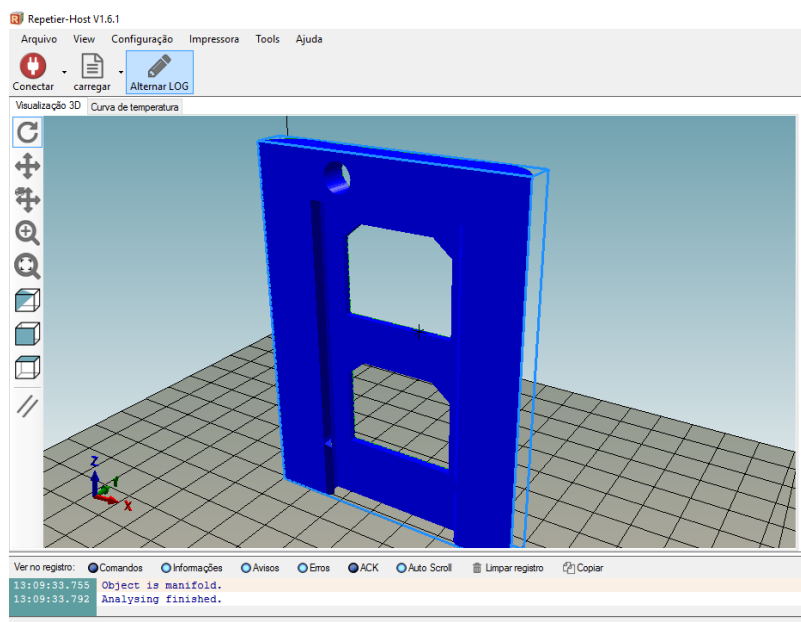


Figura 25 - Componente Tampa, primeira versão

Fonte: Imagem do autor

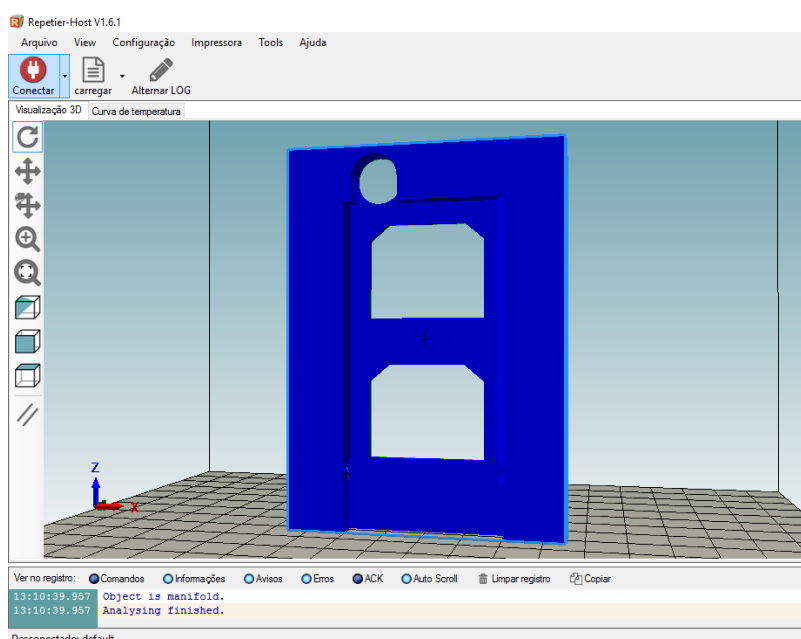


Figura 26 - Componente Tampa, segunda versão

Fonte: Imagem do autor

20/10/2016 – Análise de desempenho dos modelos estabelecidos

Com base nas versões previamente estabelecidas, fora testado o atendimento dos objetivos requeridos. O encaixe do componente Contêiner para o componente Tampa está funcional, contando com travas que cumpriram sua função (Figura 27); a altura do componente Contêiner ficou correta para atender o padrão das caixas de tomada (Figura 29); métrica do componente Tampa ficou dentro dos padrões atuais (Figura 28).



Figura 27 - Encaixe da Tampa no Contêiner.
Fonte: Imagem do autor



Figura 28 - Comparativo do componente Tampa com uma tampa de tomada.
Fonte: Imagem do autor



Figura 29 - Comparativo superficial do componente Contêiner com uma tomada
Fonte: Imagem do autor

4 DISCUSSÕES GERAIS

Com a popularização dos movimentos *Maker* pelo mundo, a difusão da tecnologia *open-source* reflete em qualificação técnica informal e gratuita. Gera uma cadeia de consequências, desde novas ideias, novos produtos até novos padrões de mercado na própria comunidade. Grandes contribuições do mundo *Maker* devem ser citadas aqui pois são cruciais para o projeto *PLUGAR*. Os padrões de componentes de impressora 3D possibilitaram a montagem da impressora 3D *Graber i3* utilizada no estágio. Com a ajuda deste recurso foi possível expandir o projeto para o meio físico, testando iterações dos modelos até encontrar os resultados desejados.

4.1 DO PROJETO

O *PLUGAR* evoluiu de um pressuposto inicial simples, sem modularização, apenas com conceito de integração com a internet. Evoluiu em sua estrutura física e ainda conta com um grande caminho a percorrer quanto a implementação do sistema de controle, a agregação e montagem dos componentes.

Os recursos utilizados no projeto proveram tanto da empresa quanto do aluno. Os softwares pagos como Eagle e Solidworks foram utilizados na empresa por serem licenciados para uso doméstico e comercial. Os softwares livres tais como Repetier Host, Slic3r, Meshmixer e Blender foram utilizados pelo aluno. A impressora 3D é propriedade do aluno, porém toda prototipagem fora feita sob supervisão do engenheiro para avaliação do atendimento dos requisitos.

4.2 DO AMBIENTE DE ESTÁGIO

Sendo amigos de longa data, o relacionamento entre supervisor e aluno se mostrou simplificado, divertido e direto. A troca de informações, conhecimento e opiniões é suavizada pela familiaridade com o companheiro de serviço tanto no momento de delegar funções quanto no momento de buscar ajuda.

Mesmo atarefado constantemente em projetos paralelos o supervisor do estágio soube repassar e avaliar as atividades no momento necessário e assegurou o cumprimento do cronograma estabelecido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inspirado em novas vertentes do setor de tecnologia, o projeto *PLUGAR* se mostrou como um desafio, bem como, excelente ponto de iniciação no mercado profissional, embasando novas áreas além da capacitação curricular do aluno e expandindo a área de interesse e atuação do mesmo. Participar, desenvolver e criar, desde o conceito até a realidade, foram metodologias de trabalho gratificantes e, de certa forma, pioneiras.

Por meio do estágio supervisionado, que se finaliza através da documentação de relatório, foi possível alcançar um aprendizado extracurricular além de instigar e fomentar o estudo e interesse em diferentes áreas ímpares às comuns.

6 REFERÊNCIAS

ALLDATASHEET, L4931 – Very Low Dropout Voltage Regulator, Datasheet (PDF) – STMicroelectronics. Disponível em
<<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/22466/STMICROELECTRONICS/L4931.html>>. Acesso em 26 de setembro de 2016.

CAMARA, Rômulo. Barramento e Protocolo I2C. Juazeiro, BA: Univasf. 2013. p. 1-3.

Disponível em:

<<http://www.univasf.edu.br/~romulo.camara/novo/wp-content/uploads/2013/11/Barramento-e-Protocolo-I2C.pdf>>. Acesso em 28 de novembro de 2016.

DENARDIN, Gustavo Weber. Microcontroladores. Joinville, SC: Udesc. [2005], p. 1-34.

Disponível em:

<http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/eduardo_henrique/materiais/apostila_micro_do_Gustavo_Weber.pdf>. Acesso em 28 de novembro de 2016.

ESPRESSIF, ESP8266EX. Disponível em:

<<https://espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview>>. Acesso em 19 de setembro de 2016.

ESP8266, Community Forum. Disponível em <<http://www.esp8266.com/>>. Acesso em 19 de setembro de 2016.

MESHMIXER: GENERATE SUPPORTS. Disponível em:

<<http://www.instructables.com/id/Meshmixer-Generate-Supports/>>. Acesso em 11 de outubro de 2016.

SILVA, Tarcisio. Introdução ao CadSoft Eagle. 2016.

Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/tutorial-eagle-introducao/>>. Acesso em 22 de setembro de 2016.

TEXAS INSTRUMENTS, PCF8574 Remote 8-Bit I/O Expander for I2C Bus. 2015. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/pcf8574.pdf>>. Acesso em 26 de setembro de 2016.