

# ***Retrofit do Ventilador***

## **Mondial Maxi Power 40**





## **Agradecimento**

Agradeço ao Engenheiro Mecânico Breno Marcusso José Alves, que trabalhou comigo por um bom tempo, identificando e resolvendo importantes questões mecânicas... por sinal as mais importantes do projeto.



## Sumário

Introdução/Motivação .....	7
Do que Você Precisar	11
Desmontando o Ventilador .....	13
“Retrofitando” .....	15
Operação do Ventilador .....	21
Problemas e Soluções .....	23
Conclusão .....	25
Apêndice A – Figuras .....	27
Apêndice B - Relação de Peças e Componentes Necessários .....	45
Parafusos .....	45
Placas de circuito impresso .....	46
Componentes eletrônicos .....	46
Peças Plásticas Impressas na 3D .....	47
Outras Peças .....	47
Código Binário .....	47
Código Fonte .....	47



## Introdução/Motivação

O ventilador Mondial Maxi Power 40 é uma excelente aquisição, pois possui uma ótima relação benefícios/custo.

Dentre os benefícios destacam-se o de ser de coluna de altura regulável, ser silencioso, produzir grande vazão de ar, bascular horizontalmente, permitir ajuste da direção vertical, possuir três níveis de velocidade, ser econômico (selo Inmetro classe II), ter uma base que provê boa estabilidade ao conjunto e ter um bonito design.

Quanto ao custo, no momento em que escrevo esse texto, ele está disponível em muitas lojas virtuais por abaixo de R\$ 150,00, mais barato do que quase todos os outros ventiladores de coluna disponíveis no mercado.

Tenho em casa 4 desses ventiladores. Adquirit recentemente o quarto (foto da capa), que é de um modelo ligeiramente diferente dos três outros. Pude apurar que o *design* da base, o motor e o capacitor (deste um pouco maior em tamanho – não verifiquei a capacitância) mudaram dos anteriores para este. Creio que o motor desse novo seja mais potente, sem ter como afirmar sem erro, pois me desfiz das caixas e dos manuais dos três anteriores. Penso isso porque ele produz mais vento e tem um nível de ruído um pouco maior, tendo as hélices o mesmo diâmetro e o mesmo número de pás. Essas pequenas diferenças não fazem qualquer diferença na desmontagem e no *retrofit* (incluindo peças plásticas e circuitos eletrônicos) que descrevo neste documento.

Um dos quatro ventiladores esteve por um bom tempo em minha sala de estar ligado a um *switch* inteligente da Tp-Link conectado à minha rede Wifi. O conjunto era comandado por voz, por meio da Amazon Alexa. Obviamente o controle se limitava a ligar e a desligar o ventilador, tendo o controle de velocidade, o basculamento lateral e o direcionamento do vento fixos como previamente deixados.

Pensei em projetar a mecânica e um circuito interno ao compartimento vertical – “gorducho” e quase totalmente vazio – com possibilidade não só de ligar e desligar, mas também de selecionar a velocidade, o direcionamento do vento, a amplitude de basculamento (que poderia ser aumentada em relação aos 45-50 graus na versão “de fábrica”)... tudo isso remotamente, por um celular e, num futuro dali, pela Alexa e pelo Google Assistant, bastando conectá-lo à tomada, sem “caixinhas” extra. Eu e o Breno pusemos as mãos à obra.

Antes de iniciarmos o projeto, que chamei de *retrofit*, definimos algumas premissas em nossa linha de ação que deveríamos observar durante o desenvolvimento do projeto:

- As características visuais e de *design* mecânico originais deveriam ser mantidas, ou seja, sem modificações visuais externas.
- Caixinhas externas e fios por fora nem pensar.
- As modificações deveriam poder ser revertidas, de forma que o processo de *retrofit* pudesse ser interrompido em qualquer estado, as modificações no ventilador

pudessem ser desfeitas e pudéssemos ter o ventilador convencional de volta, como comprado na loja.

- O custo deveria ser reduzido, já que automatizar um ventilador de R\$ 150 não poderia custar muito mais do que isso.
- O controlador seria o ESP32, pequeno, potente, com tudo embutido para a comunicação sem fio, suficientemente bem conhecido e razoavelmente barato.

Logo de início percebemos que manter alguns parâmetros acima complicaria demais o projeto. Me “enganei” – isso eu pude constatar pouco tempo depois - com a simplicidade conceitual do desafio... um ventilador conectado, colocando alguns poucos circuitos dentro de uma caixa grande quase vazia... o que poderia haver de complicado nisso?...

No começo também constatei que eu teria de abrir mão do custo reduzido ☹️. Mais adiante, ao longo do projeto, tive de lançar mão de poucas modificações de *design*, mas me esforcei para que um número pequeno delas fosse visível e nenhuma delas impedisse o funcionamento normal do aparelho no caso de reversão do *retrofit* 😊.

A mecânica tomou considerável parcela do esforço, principalmente o basculamento da cesta da hélice, considerando o motor de baixo custo que decidimos usar. Mesmo isso sendo um problema com que nos deparamos nos novos *retrofits*, isso é página virada, pois dou uma série de dicas de como resolver o problema ao longo do texto. A garantia que o problema foi resolvido está nos dois “espécimes” em pleno funcionamento aqui em casa.

Não posso deixar de mencionar que, sinceramente, não vejo como esse projeto pode se tornar, no contexto atual, atraente do ponto de vista financeiro. Mesmo não tendo apurado, ainda, os custos médios das peças para um *retrofit*, posso “chutar” que não são pequenos. Que dirá adicionando-se o HH (homem-hora) necessário para levar o processo até o fim...

Nem todo o céu está nublado. Os fatos do projeto ser conceitualmente interessante e potencialmente útil já me motivam... e muito. Um benefício direto deste esforço, e certamente o mais importante para mim, é o que deverá resultar da minha próxima missão: o desenvolvimento de um *framework* de software (na realidade firmware) para automação residencial (AR) que operará sobre o ESP32, uma plataforma de hardware moderna, de bom custo/benefício, madura e robusta o suficiente para suportar uma vasta gama de soluções para utensílios conectados para AR e de suporte à idade, que são, em uma visão ampla, os focos de meus interesses atuais.

O presente projeto segue *open source* e qualquer indivíduo que queira consultar e implementar. Quem puder/quiser contribuir de alguma forma para aprimorá-lo terá o apoio e a atenção que eu puder dar. Posso ser contatado via [lpereira@luizantoniopereira.com.br](mailto:lpereira@luizantoniopereira.com.br).

O restante deste texto está estruturado da seguinte forma:

A seção “Do que Você Precisar” contém a relação do que você precisa dispor em termos de recursos (materiais, ferramentas, conhecimento, habilidades, etc.) para executar o projeto.

A seção “Desmontando o Ventilador” relaciona os passos, as peças originais que aproveitaremos no *retrofit* e as técnicas necessárias para desmontarmos o ventilador, até o

nível necessário, sem quebrá-lo. Ao final teremos a relação de peças que deverão ser guardadas para eventual emprego, caso você desista do retrofit e queira reverter as modificações.

A seção “Retrofitando” contém as etapas necessárias para a aplicação das modificações, incluindo posicionamentos, arranjos internos, etc., na ordem que devem ser executadas, tudo bem ilustrado por meio de inúmeras fotos.

A seção “Operação do Ventilador” explica como o ventilador é programado, configurado e operado direta e remotamente por meio de um dispositivo móvel ou computador de mesa conectado à sua rede WiFi.

A seção “Problemas e Soluções” apresenta os problemas que encontrei e os que pude identificar como potenciais, bem como os recursos e as técnicas que apliquei ou aplicaria para resolvê-los.

A seção “Conclusão” faz um convite para a sua participação na melhoria do projeto e apresenta as atividades que pretendo me desenvolver no futuro.

As figuras de ilustração encontram-se no Apêndice A.

O “Apêndice B” relaciona as peças plásticas a serem impressas, especificando os pesos e os tempos demandados de impressão na minha Makerfarm, que você pode usar como referência. Apresenta também os *links* para *download* dos modelos “.STL”. Também nessa seção você vai encontrar a relação de componentes eletrônicos necessários para montar os circuitos, bem como os *links* para *download* dos arquivos Gerber, de furação das PCBs, fonte do software, etc.

Antes de prosseguir, eu não poderia deixar de falar algumas coisas que considero muito importantes:

1. Sempre é bom lembrar que, se você comprou um ventilador novo só para esse projeto, tenha em mente que perderá a garantia ao retirar o primeiro parafuso.
2. Memorize onde ficam as peças retiradas no processo de desmonte, quais os parafusos as prendem, onde ficam as arruelas, porcas e demais peças para o caso de você querer interromper e reverter o *retrofit*. Eu não explico como montar o ventilador de volta, como comprado na loja.
3. Seguindo os passos deste texto, você terá *uma grande chance* de produzir um ventilador que poderá ser conectado à sua rede WiFi, através da qual você poderá comandá-lo remotamente, via tablet, celular, notebook ou desktop, via página HTML provida pelo próprio ventilador. Você também deverá poder comandar o ventilador usando os botões do painel frontal. Poder é a única coisa que me permito garantir.
4. As chances de você errar (como eu errei inúmeras vezes ao longo do projeto) em algum ponto existem e são consideráveis. Não se frustre nem me culpe se algo der errado.
5. O “*Retrofit* do Ventilador Mondial Maxi Power 40” é um projeto experimental. Não posso assumir qualquer responsabilidade por qualquer consequência da sua decisão de implementá-lo, seja de qualquer natureza ou proporção, a quem quer que seja; a você diretamente ou a terceiros.

6. Coloque seu bom senso para trabalhar do seu lado. Se alguma solução de projeto ou técnica que eu apliquei é, a seu critério, digna de desconfiança, interrompa o processo ou faça de seu jeito, também sob sua responsabilidade.
7. Ao longo do processo você irá manipular ferramentas potencialmente perigosas, que possivelmente demandam o uso de treinamento e equipamento de proteção individual. A responsabilidade por seus usos é igualmente sua.
8. O projeto envolve lidar com eletricidade, que pode provocar curto-circuito e/ou choque elétrico com consequências de uma gama de magnitudes, indo de um simples susto a, eventualmente incêndio e, no pior dos casos, óbito. Também nesse caso a responsabilidade é 100% sua.
9. Ao fim do projeto, opere o ventilador sempre sob sua supervisão e em ambiente onde um incêndio do aparelho possa ser controlado, sempre tendo em mente as possíveis más consequências. Afaste-o de cortinas, estofados ou quaisquer objetos inflamáveis. Os testes que ainda venho fazendo estão longe de serem considerados exaustivos.
10. A execução do projeto, a elaboração deste texto e sua divulgação foram trabalhos executados com toda a minha boa fé, com o objetivo único de produzir tão somente algo útil e interessante. Em nenhum momento tive qualquer intenção de lesar ou de prejudicar de qualquer outra forma quem quer que seja, por mais que isso possa acontecer.

Este roteiro pode ser obtido utilizando-se o link

<http://luizantoniopereira.com.br/downloads/projetos/SmartFan/EtapasDaMontagem.pdf>.

Desejo a você muito boa sorte e sucesso.

Sem mais delongas...

## Do que Você Precisar

Listo abaixo, de forma geral, o que você irá precisar:

1. A vítima, digo, o ventilador, que deverá estar em perfeito estado de funcionamento. Querer “consertar” um ventilador mecanicamente danificado pela adição de automação não funcionará.
2. Peças impressas em uma impressora 3D.
3. Placas – 3 ao todo - de circuito impresso. Os arquivos Gerber e de furação estão disponíveis - ver Apêndice B.
4. Componentes eletrônicos diversos (*BOM* disponível – ver Apêndice B).
5. Espaguete termo retrátil, solda, fita isolante.
6. Abraçadeiras de nylon.
7. Ferramentas diversas, dentre furadeira de rotação variável para, por exemplo, furos no plástico e calibre dos furos nas peças impressas (uma Dremel, para esse fim, devido à alta rotação, faz desastres), grampos, brocas M1, M2, M3, M4, M6 e M8, serra de arco, torno, lima/esmeril, multímetro, ferro de solda, “terceira mão”. Uma Dremel para cortes diversos é bastante útil. Um sugador de solda poderá ser fundamental para o caso de remoção de um componente ou excesso de solda.
8. Lixa. Eu uso lixas para metal.
9. Um conhecimento razoável de eletrônica, para reconhecimento de polarização e valores dos componentes e também para a solução de problemas em casos de dúvidas e/ou não funcionamento correto dos circuitos.
10. Muita paciência e tempo.

O custo dos componentes eletrônicos do projeto não foi determinado ainda. Você pode ter uma boa ideia consultando lojas online. Calcule também o custo do ABS e de impressão das peças, que variam bastante, se você tem ou não uma impressora 3D.

Minha impressora 3D (Makerfarm Prusa I3V) pode produzir as peças, mais de uma dezena delas, em cerca de 10h30 de impressão. Serão consumidos pouco mais de 130g de ABS. Os modelos “.STL” estão, claro, disponíveis. A relação de peças e *links* para *download* dos modelos estão no apêndice B.

Você precisará de em torno de 12h de efetivo (ininterrupto) trabalho para seguir os passos aqui relacionados e montar o projeto, isso após ter todas as peças e componentes disponíveis. Isso também pode variar bastante, dependendo das ferramentas disponíveis e de suas habilidades. Dê uma olhada nas seções adiante para fazer sua própria avaliação do esforço necessário e se tem ou não as habilidades necessárias.



## Desmontando o Ventilador

As peças removidas devem ser guardadas para o caso de você querer reverter o *retrofit*. Como já mencionei, serão pouquíssimas mudanças do *design* original, nenhuma delas comprometendo o funcionamento normal do ventilador, como comprado na loja.

Seguir os passos abaixo.

1. Remover o parafuso de fixação do ventilador ao pedestal e retirar o ventilador do pedestal.
2. Remover a tampa do cesto da hélice com cuidado para não quebrar as presilhas.
3. Remover a hélice. Ter em mente que o parafuso (*knob*) de fixação da hélice é de rosca invertida (desparafusar girando-o no sentido horário).
4. Remover a parte posterior da cesta da hélice com cuidado para não quebrar as presilhas.
5. Remover o *knob* de oscilação lateral (aquele que puxamos ou empurramos – Figura 1) inserindo uma chave de fenda na fenda, abrindo-a. Guarde o *knob*.
6. Remover a cuia do motor. Isso é conseguido inserindo-se uma chave de fenda pequena junto à cada lingueta de travamento (Figura 2), entre a cuia e a aba da parede de suporte da cesta, enquanto pressionamos com cuidado a lingueta para dentro do compartimento do motor. Faça isso uma lingueta de cada vez. Não seja ansioso.
7. Remover o parafuso de trava do eixo de oscilação lateral e o do braço de oscilação. Isso libera o motor do compartimento vertical (Figura 3).
8. Desparafusar a borboleta de travamento da angulação vertical. Com a ajuda do parafuso, remover a porca de dentro da borboleta. Você só vai precisar da porca e da peça da foto. O resto pode guardar (Figura 4).
9. Remover o parafuso da presilha do fio e os outros dois que prendem o condensador e o conjunto de engrenagens. Destes, você só vai precisar dos três parafusos, da presilha e do condensador preso aos fios. O resto pode guardar.
10. Remover os três parafusos de trás do compartimento vertical (Figura 5).
11. Com a ajuda de uma chave de fenda, remover o botão do seletor de velocidade com cuidado, puxando-o para fora da tampa do compartimento vertical. Você não vai precisar dele no projeto, pois ele e o seletor de velocidade serão substituídos por uma botoeira. Guarde-o.
12. Pressionar as quatro abas de fixação do seletor de velocidade à tampa para removê-lo. É difícil fazer isso simultaneamente. Faça-o por etapas, um a um, inclinando o seletor aos poucos em relação à tampa.
13. Desconectar os fios do seletor (não corte os fios, apenas os desconecte do seletor). Guarde o seletor. Você não vai precisar dele.
14. Desconectar o fio marrom do fio preto, deixando a manga de borracha no conector do fio preto.
15. Corte os fios azul e marrom provenientes da tomada, deixando uns dois centímetros de fio junto aos conectores, para o caso de querer reverter o processo de *retrofit*. Assim ficará fácil emendá-los novamente.

16. Remover a parede de fixação da cesta da hélice da frente do motor soltando os quatro parafusos.
17. Chegamos ao fim do processo de desmontagem. A Figura 6 mostra as peças que removemos e que podem ser usadas de volta, caso decidamos reverter o processo de *retrofit*.

Daqui por diante adaptaremos o ventilador, modificando-o ligeiramente e adicionando as partes para o *retrofit*.

## “Retrofitando”

18. Na tampa (frontal) do compartimento vertical, remover com uma serrinha ou Dremel o batente da direita (Figura 7).
19. Garantir que os furos dos gabaritos de furação tenham 2mm de diâmetro para facilitar a marcação da furação com caneta para CD.
20. Colocar os gabaritos (um por vez) nos encaixes, marcar a furação e furar <sup>1</sup> (Figuras 8 e 9):
  - a. Com broca 4mm os furos correspondentes aos do gabarito maior
  - b. Com broca 2mm fazer os furos correspondentes aos do gabarito menor.
21. Certificar que os furos do painel frontal impresso estão com diâmetros de 5mm (os quatro superiores e o central) e de 3mm (o inferior).
22. Parafusar o painel na tampa usando dois parafusos modelo 1 (ver Apêndice B). Ver Figura 10.
23. Fazer três furos de 3mm sobre cada uma das pequenas marcas circulares MAX, MED e MIN para a fixação dos leds de sinalização da velocidade selecionada (Figura 10).
24. Marcar com capricho e fazer um furo de 3mm no centro da parte inferior da tampa para a fixação do led de sinalização da conexão com a rede WiFi (Figura 10).
25. Marcar e remover as abas plásticas da parede plástica de suporte da cesta (Figura 11).
26. Verificar se a coroa fica bem posicionada quando encaixada no eixo de basculamento do motor. Caso não fique, remover o eixo, que é parafusado na carcaça do motor, e colocar um espaçador (uma arruela de pressão, uma arruela plástica fina ou mesmo um barbante) entre ele e a carcaça para que, após o aperto do eixo, a coroa fique corretamente posicionada (Figura 12).
27. Parafusar de volta a parede do motor na frente do motor<sup>2</sup>.

Vamos passar à parte eletrônica.

28. Montar as placas de circuito impresso.
  - a. Soldar todos os conectores.
  - b. Soldar os switches.
  - c. Soldar todos os resistores e jumpers.
  - d. Soldar todos os demais componentes discretos.
  - e. Soltar os Cis e a placa do controlador.
29. Preparar o cabo flat de 10 vias para conexão entre as placas de comando e de controle, cortando 15 cm de cabo flat e conectorizando as pontas no padrão pino-a-pino, ou seja, pino 1 com pino 1, pino 2 com pino 2... pino 10 com pino 10. A marcação vermelha em uma das vias do *flat* serve como referência. Ver Figura 13.

---

<sup>1</sup> Eu prefiro marcar-e-furar a furar-diretamente usando os furos dos gabaritos como guias. Se esta for a sua opção, usar broca de 2mm com furadeira de baixa rotação. De qualquer forma, minha dica é furar inicialmente com broca de 1mm ou 2mm para dar precisão na localização dos furos e ir aumentando os furos com brocas de diâmetros crescentes até atingir o diâmetro final.

<sup>2</sup> Numa etapa subsequente (ver Problemas e Soluções) eu verifiquei a necessidade de colocar quatro espaçadores plásticos de 3mm entre a carcaça do motor e a parede plástica para afastar a parede do bloco de suporte do motor. Considere fazer isso, preventivamente, nesse momento (Figura 34).

30. Preparar 3 rabichos com leds vermelhos de 3mm e conectores para a sinalização da velocidade selecionada. O rabicho deverá ter 15cm de comprimento e, nas pontas, usar conectores KK fêmeas de duas vias (Figura 14).
  - a. Atentar para a polaridade correta: o polo negativo ligado ao pino correspondente ao chanfro do led e ao conector como na Figura.
  - b. Rotular nos conectores os rabichos com MAX, MED e MIN.
  - c. Dobrar os rabichos a 90º junto aos leds.
  - d. Colar os leds com um mínimo de super bonder nos furos feitos na tampa frontal do compartimento vertical respeitando a rotulação.
31. Preparar um rabicho com led branco (sem ser de alto brilho) ou verde para a sinalização da conexão com a rede WiFi. O rabicho deverá ter 10cm de comprimento e, na ponta, usar conector KK fêmea de duas vias. Atentar para a polaridade (as mesmas dos rabichos da sinalização da velocidade). Colar o led no furo inferior que foi feito na tampa do compartimento vertical.
32. Preparar o cabo (rabicho) de 5 vias para a conexão entre as placas de controle e de acionamento. O cabo será composto por cinco fios com 8cm de comprimento com conectores KK fêmeas de cinco vias nas pontas, num esquema de conexão pino-a-pino, ou seja, pino 1 com pino 1, pino 2 com pino 2... pino 5 com pino 5. Ver Figura 15.
33. Montar as fontes no frame seguindo os passos. Ver Figura 16.
  - a. Cortar e soldar dois pedaços de 12cm de fios duplos para a alimentação AC das fontes. Emendar as pontas livres duas a duas e soldar um prolongamento de 5cm de fio duplo. Isolar as emendas com espaguete termo retrátil.
  - b. Cortar e soldar dois pedaços de 10cm de fios vermelhos e dois pedaços de fios pretos para a saída das fontes.
  - c. Parafusar as duas fontes nos frames usando 8 parafusos modelo 4.
  - d. A fonte da esquerda, olhando como na foto, alimentará os relés e o motor de passo. Deixe 5mm de fio para conexão ao conector de parafusos junto ao conector de saída para o motor de passo.
  - e. A fonte da direita alimentará o controlador e os circuitos de controle. Soldar um conector micro USB para alimentação direta na placa do controlador. Soldar o terminal 1 ao polo positivo da saída da fonte e o terminal 5 ao negativo. Ver Figura 17.
34. Colocar as placas montadas no frame de fixação. Considerar que as placas serão montadas sobre o frame com a parte plana do frame para cima, ou seja, com os prolongamentos espaçadores para baixo.
  - a. Usar os 4 parafusos e porcas modelo 2 para montar a placa de acionamento (relés) no frame, colocando primeiramente os parafusos no frame, os espaçadores de 3mm a placa de acionamento e, finalmente, as porcas.
  - b. Usar os parafusos modelo 3 na seguinte sequência:
    - i. Colocar o conector do cabo flat de 10 vias na placa de comando (switches). Colocar a placa sobre o frame e com a face dos switches para baixo e com o cabo flat de 10 vias por sobre ela.
    - ii. Atravessar os parafusos no frame.
    - iii. Colocar os espaçadores de 7mm.
    - iv. Passar o cabo flat para trás.

- v. Conectar o cabo flat à placa de controle.
- vi. Colocar a placa de controle com os componentes para cima, mantendo o cabo flat para trás.
- vii. Colocar os espaçadores de 10mm.
- viii. Colocar o frame das fontes.
- ix. Parafusar os fios da primeira fonte.
- x. Conectar o conector micro USB no controlador.
- xi. Fazer a conexão entre a placa controladora e a placa acionadora por meio do cabo de cinco via que montamos.
- xii. Nesse momento teremos o arranjo da Figura 18.
- xiii. Colocar os botões conforme a Figura 14 (em baixo à direita), atentando para os detalhes de que o botão mais curto é o do reset (mais embaixo) e o de cilíndrico fica no centro.
- xiv. Encaixar o frame com as placas nos três pinos da tampa frontal do compartimento vertical, todos os três furos simultaneamente.
- xv. Conectorizar os leds nas placas, conforme as rotulações feitas. Ver Figura 19.

Passando à parte mecânica.

35. Montar as duas chaves que funcionarão com sensores de fim de curso (*end stops*) para o basculamento lateral do motor.
  - a. Cortar 4 pedaços de fios de cores distintas, que deverão ter 60cm de comprimento cada um.
  - b. Soldar dois fios nos dois pinos superiores das chaves, considerando que a aleta fica para baixo, conforme a Figura 20.
  - c. Fazer um pequeno rebaixo de 4mm de diâmetro nos furos de fixação das chaves na coroa para abrigo das cabeças dos parafusos de fixação (Figura 21).
  - d. Encaixe as chaves nos nichos da coroa com os fios (e as aletas) para baixo e parafuse com 4 parafusos modelo 5. Passe os fios para cima pelo furo, conforme a Figura 22.
  - e. Memorize quais são os fios da chave da direita e quais os da esquerda, pois eles têm posição específica nos conectores da placa de controle. Verifique se as chaves estão funcionando corretamente depois da montagem com um teste de continuidade. A continuidade deve ocorrer quando as aletas são pressionadas. Não conectorizar agora, pois os fios terão um trajeto “complicado” até chegarem na placa de controle.
  - f. Encaixe a coroa no eixo de basculamento do motor.
36. Retirar a capa branca de borracha dos fios do motor, pois ela enrijece com o tempo e dificulta o basculamento lateral do conjunto hélice-motor. Também por essa razão é preciso separar os fios para descida para o compartimento vertical, conforme veremos adiante. Isso justifica a retirada da capa branca de borracha dos fios. A retirada dessa capa é relativamente simples, bastando cortar uma parte inicial e depois puxar o restante com cuidado. Ver Figura 23.

37. Separar os agora oito fios (quatro do motor e quatro dos *end stops* em dois conjuntos de quatro: dois do motor e dois dos *end stops* em cada conjunto. Não importa quais são os fios, pois eles se “encontrarão” mais adiante e voltarão a formar um conjunto único de oito fios.
38. Com a ajuda de uma presilha impressa, da presilha de fábrica já disponível e também de dois pedaços de fita isolante, prender os fios que descerão pela direita e pela esquerda. A presilha da direita usa o mesmo parafuso do braço de fixação do capacitor. O capacitor é fixado ao braço plástico por meio de um parafuso modelo 6. O arranjo final dessa etapa de montagem do conjunto é ilustrado na Figura 24.
39. Prolongar os fios do motor de passo para atingirem 32cm de comprimento, sem contar o conector.
40. Cole com cola de cianoacrilato (super bonder, etc) a parte vertical à parte principal do suporte do motor e dê os devidos acabamentos com lixa após a secagem. Ver Figura 25.
41. Preparar um parafuso de travamento da parte móvel do ventilador à parte fixa com base no parafuso modelo 7. Esse parafuso deverá ser cortado com exatamente 18mm livres (só de rosca, sem a cabeça). Fazer um rebaixo de 3mm. Nos 7mm seguintes fazer um rebaixo o suficiente para remover a rosca do parafuso. Pela matemática, restarão 8mm de rosca ( $8+7+3\text{mm} = 18\text{mm}$ ). Ver a Figura 26. Esse parafuso será colocado no furo frontal, em cima, no suporte do motor. Faça a rosca no plástico com cuidado usando o próprio parafuso, garantindo antes que o furo esteja com 3mm de diâmetro. Ver Figura 27. Remova o parafuso até a parte interna facear com a parte interna do furo no plástico.
42. Com uma lixa garantir que os rolamentos de suporte entrem justos no nicho cilíndrico do suporte. Ver Figura 28. Não insira os rolamentos ainda; só aponte a introdução. **ATENÇÃO: NÃO LIXE DEMAIS**, pois qualquer folga demasiada provocará uma oscilação vertical no conjunto motor-hélice, dificultando o basculamento. É preferível até que os rolamentos entrem com alguma dificuldade. Ver “Problemas e Soluções”.
43. Colocar a esfera de aço no fundo do copo do nicho de rolamentos. Esta esfera suportará, com pouquíssimo atrito, a parte móvel do ventilador.
44. Colocar o primeiro rolamento, empurrando-o até o fundo. Se esforço estiver demasiado, retire o rolamento e a esfera e desbaste um pouco mais com a lixa o nicho de rolamentos. A Figura 29 mostra a esfera de aço no copo e o primeiro rolamento introduzido até o fundo do nicho.
45. Verificar se o acabamento do pinhão está OK, eliminando as rebarbas de impressão com um estilete. Colocar o pinhão no motor de passo, empurrando-o até o limite do rebaixo do eixo do motor.
46. Parafusar o motor de passo no conjunto plástico com dois parafusos modelo 8.
47. Parafusar a tampa superior do conjunto usando 3 parafusos modelo 5. Os nichos deverão ser de 4mm para acomodação da cabeças dos parafusos (Figura 30).
48. Parafusar a tampa inferior traseira usando 3 parafusos modelo 5. Os fios do motor de passo deverão passar no rebaixo, por debaixo da tampa (Figura 31).
49. Parafusar um pouco mais o parafuso de trava (estava faceando a parte interna do furo no plástico) de forma que possamos encaixar o segundo rolamento sem que ele entre

- até o final, encostando no primeiro rolamento. Em outras palavras, o segundo rolamento deve se apoiar sobre o parafuso, e não sobre o primeiro rolamento.
50. Encaixar o conjunto no eixo do motor<sup>3</sup>, observando o encaixe coroa pinhão. Apertar o parafuso de trava o suficiente para que o conjunto fique travado, porém permitindo o livre movimento de rotação. Se você cortou o parafuso com os exatos 18mm, a cabeça dele deve ficar quase toda abrigada dentro do nicho do suporte. Rodando (o que deve ser facilmente) o conjunto de um extremo a outro você deverá escutar os cliques dos *end stops*. Faça o teste do travamento virando com cuidado o conjunto de cabeça para baixo, como na Figura 32.
  51. Passar os dois conjuntos de fios pelos furos laterais respeitando seus lados. O fio que contém a manga de borracha deverá ser o primeiro dos quatro do seu conjunto.
  52. Cortar dois pedaços de fita isolante de 5cm.
  53. Movimentar o conjunto para um lado e para outro para determinar o comprimento dos fios que deverão ficar livres dentro do compartimento do motor. Não deixar fio em excesso nem curto demais... apenas o comprimento necessário para que o conjunto rode para um lado e para o outro sem retesar os fios. Enrolar um pedaço da fita isolante na posição correspondente à pequena parte vertical na saída do furo, onde os conjuntos serão presos. Prender com uma abraçadeira em cada lado. Fazer isso para um lado e para o outro (Figura 33). As abraçadeiras intermediárias foram adicionadas para a organização dos fios.
  54. Passar o conector do motor de passo através do furo da tampa inferior frontal do suporte do motor. Passar os demais fios. Aparafusar a tampa no suporte com uso de 3 parafusos modelo 5.
  55. Juntar a parte de trás do compartimento vertical ao conjunto do motor. Usar o parafuso modelo 9.
  56. Conectar os *end stops* com conectores KK fêmeas de 2 vias. As polaridades não importam, desde que seus pares sejam mantidos; *end stop* da direita (2 fios), *end stop* da esquerda (2 fios). Rotule os conectores com “R” (direita) e “L” (esquerda).
  57. Juntar a eletrônica à mecânica.
    - a. Conectar os fios marrom e azul vindo das tomadas, juntamente com as entradas das fontes, no conector da placa de acionamento (relés).
    - b. Conectar os *end stops* na placa de controle.
    - c. Conectar o motor de passo.
    - d. Conectar os 4 fios do motor nos conectores da placa de acionamento da seguinte forma:
      - i. O fio preto (o com a manga de borracha) no “Comm”.
      - ii. Fio amarelo no “Max”.
      - iii. Fio verde no “Med”.
      - iv. Fio branco no “Min”.

---

<sup>3</sup> Nesse ponto temos a possibilidade de, preventivamente, tratar o problema do basculamento lateral do motor, resultado da folga entre o eixo de basculamento e os rolamentos, já que há uma pequena folga entre os dois. Essa folga provoca uma oscilação indesejada de todo o conjunto móvel durante o basculamento em relação à vertical. Para minimizar isso eu apliquei 1 (UMA) volta de fita tipo Durex no eixo, excluindo o rebaixo para encaixe do parafuso de trava, ou seja, nas partes onde os dois rolamentos ficarão em contato com o eixo. Isso se faz antes do encaixe do segundo rolamento no eixo e do encaixe o conjunto no rolamento de baixo.

- e. Na medida em que vamos fechando o compartimento vertical, vamos acomodando os fios em seu interior com cuidados para não ficarem nos caminhos dos parafusos de fechamento do compartimento vertical.
  - f. Fechar a caixa com os 3 parafusos philips.
  - g. Colocar o conjunto no pedestal.
  - h. Colocar um calço de borracha de 2 a 3mm de espessura em cada lateral da parte inferior da parede de fixação do cesto. Isso ajudará a elevar um pouco o cesto, evitando que roce no suporte plástico durante o basculamento (Figura 34).
  - i. Colocar a hélice, prendendo com o núcleo de rosca inversa (apertando no sentido anti-horário).
  - j. Encaixar a parte frontal do cesto.
  - k. Verificar que os botões de controle da velocidade estão clicando corretamente.
58. Preparar a cuia do motor, que precisa sofrer um corte na parte de baixo.
- a. Posicionar o gabarito sobre a parte de baixo da cuia, alinhando a parte da frente. O gabarito deve se posicionar perfeitamente sobre a cuia.
  - b. Marcar todo o contorno externo com uma caneta para CD (Figura 35).
  - c. Executar o corte cuidadoso com serra e lixa circular Dremel. Prover o acabamento com uma lixa fina. O resultado deverá ser o da Figura 36.
  - d. Coloque a tampinha do furo deixado pela retirada do *knob* de oscilação lateral (Figura 37).
  - e. Encaixe a cuia na parede de sustentação da cesta arrumando cuidadosamente (mantendo a curvatura para trás) os fios do motor e *end stop* de ambos os lados. Verifique o funcionamento correto rodando a parte móvel para um lado e outro, prestando atenção nos cliques dos *end stops*.

Finalizamos o retrofit. Para testarmos o ventilador, passamos à seção Operação do Ventilador.

## Operação do Ventilador

Antes de tudo é preciso carregar o software de controle no controlador do ventilador. Isso é feito seguindo-se os passos abaixo:

1. Desconectar o ventilador da tomada e abrir o compartimento vertical retirando os três parafusos de trás. Quando faço isso, eu prefiro retirar o ventilador do pedestal e colocá-lo sobre uma mesa.
2. Retirar o conector micro USB de alimentação do controlador e conectar um cabo micro USB – USB para a ligação a um micro computador. Baixar o “.zip” com todos os arquivos necessários do link <http://luizantoniopereira.com.br/downloads/projetos/SmartFan/Firmware.zip>.
3. Descompactar o arquivo em um diretório.
4. Executar o comando upload.bat. Essa programação só precisará ser feita da primeira vez ou quando houver atualização do software.
5. Refazer a ligação da fonte ao controlador, retirando o cabo USB.
6. Executar os passos “e”, “f” e “g” do item 57.

Ao ligar o ventilador na tomada, o led de sinalização da conexão à sua rede WiFi deverá piscar rapidamente, sinalizando que não há conexão com qualquer rede.

Nesse ponto você já pode operar o ventilador por meio dos botões, selecionando cada uma das três velocidades, desligando, religando, pressionando o botão central do painel para o basculamento, que comanda e encerra alternadamente o basculamento lateral de aproximadamente 80° de amplitude.

O botão em baixo do painel, se você o colocou corretamente, deve poder ser pressionado, exclusivamente, por um palito/estilete fino. Esse é o botão de “reset”, que limpará todas as configurações eventualmente feitas no aparelho.

A conexão com a sua rede Wifi é configurada seguindo-se os passos abaixo, com o led de conexão à rede piscando rapidamente:

1. Entre nas configurações de seu celular ou computador e selecione a rede “Ventilador” que aparece na lista de APs (“Access Point”s). Selecione essa rede e aguarde uns instantes.
2. O seu aparelho abrirá uma página (chamada “Captive Portal”) com as páginas e passos para a configuração do ventilador, que objetivarão informar para o ventilador qual a sua rede WiFi e qual a senha.
3. Ao se informar o par correto Rede/Senha, o ventilador desabilitará o AP “Ventilador VX.X” e tentará se conectar à sua rede. Se tudo estiver correto e ele conseguir se conectar, o led de sinalização de conexão à rede do ventilador piscará de forma diferente, mantendo-se apagado longamente e dando uma piscada rápida nos

intervalos<sup>4</sup>. Se algo der errado, o ventilador voltará a habilitar a rede “Ventilador VX.X” e os passos para a sua configuração precisarão ser repetidos.

Estou consciente de que essa programação precisa ser melhorada até porque luzes piscando em sua hora de sono incomodará bastante.

Precisa ser melhorada, também, para que a forma de acesso remoto, descrita adiante, seja feita mais facilmente.

Como o ventilador, ao se autenticar em sua rede, recebe um endereço IP diferente a cada vez que se autentica (normalmente os roteadores domésticos habilitam o protocolo DHCP), é preciso descobrir que endereço é esse para que possamos acessá-lo por meio da página web que ele disponibiliza.

Para lhe auxiliar nessa descoberta você irá precisar de um *app* que vasculha a sua rede. Eu uso o iNet, que possui uma versão gratuita. Ao executar esse aplicativo, comandando o “scan” da sua rede, ele irá exibir uma lista de dispositivos conectados à sua rede. Eliminando visualmente os dispositivos que você já conhece, tente se conectar nos demais. A Figura 38 mostra a lista resultante do *scan* em minha rede. Se há mais de um endereço possível, é necessário tentar a conexão com cada um deles.

Assim, usando o endereço 192.168.7.155 exibido na Figura 38 você tentará se conectar ao ventilador usando um navegador em seu celular ou computador. Se você tiver sucesso, uma página HTML como a da Figura 39 irá aparecer em seu navegador se você digitar no campo de endereço do navegador o endereço `http:// 192.168.7.155`. Alguns navegadores “não gostam” de endereços “http” por questões de segurança e, normalmente, respondem negando a conexão. Desligue a segurança (a forma de fazer isso varia de navegador para navegador) e siga em frente e divirta-se.

O ventilador deverá ser mantido conectado à tomada para que possa ser comandado remotamente. Se você desligar o aparelho, desligando-o da tomada, ao religá-lo ele irá tentar se reconectar à sua rede, pois o nome dela (SSID) e senha de acesso ficam armazenados na memória interna. A pressão do botão “reset” do painel com ele estiver na tomada apaga essas informações.

---

<sup>4</sup> Essa é a forma que achei, num primeiro momento, de verificar que um dos núcleos de processamento do ESP32 está operando corretamente. O funcionamento correto do outro núcleo pode ser verificado observando-se o led vermelho interno ao compartimento vertical piscando intermitentemente. Se qualquer um desses leds estiver continuamente apagado ou aceso, isso indica que o núcleo de processamento travou e é necessário desligar-se e religar-se o ventilador da tomada.

## Problemas e Soluções

**Problema:** Meu ventilador não bascula direito, travando em vários pontos ao longo do basculamento, principalmente nos extremos. Ele também oscila muito verticalmente.

**Explicação/Solução:** Um dos problemas que foi muito difícil de resolver foi o mecanismo de basculamento lateral do conjunto ventilador. O motor de passo utilizado é o 28byj-48 com driver ULN2003. Esse motor foi escolhido por seu baixo custo, alta disponibilidade no mercado e dimensões reduzidas. Certamente por essas razões, o relativo baixo torque se mostrou uma questão crítica no projeto. Diria que o motor se encontra no limiar de adequação e, por isso, os itens a seguir influenciam bastante na movimentação 180° lateral, principalmente na mais alta rotação no novo modelo do ventilador.

1. Imperfeições nos dentes da coroa e do pinhão.
2. Folgas entre o eixo de basculamento e os dois rolamentos.
3. Folgas entre os rolamentos e o cilindro plástico que os abriga.

A pequena distância entre a cesta da hélice e o corpo do suporte do motor, eventualmente um encostando e atritando no outro.

A recomendação que dou é:

1. Antes de instalar a coroa e o pinhão, retirar as rebarbas de impressão e lixar cuidadosamente os dentes de ambos. Ainda, após a instalação, observar onde está havendo algum travamento durante o basculamento. Fazer os testes com o motor em suas três rotações. No caso em que isso ocorreu, uma leve lixada nos dentes da coroa na região do travamento, principalmente nas partes inferiores, se mostrou eficaz.
2. Se houver alguma folga entre o eixo de basculamento e os rolamentos e/ou entre os rolamentos e o compartimento plástico, minimizar as folgas de alguma forma, pois elas fazem com que os dentes da coroa e pinhão se toquem obliquamente durante o basculamento, dificultando o movimento. Para resolver isso eu usei uma volta de fita adesiva tipo Durex em torno do eixo, nas posições onde cada um dos rolamentos ficará. Não observei nenhuma folga entre os rolamentos e o compartimento que os abriga, mas aplicaria a mesma solução caso tivesse observado.
3. Se a cesta da hélice estiver tocando o corpo do suporte do motor (provavelmente está ou estará com o tempo), duas medidas serão necessárias:
  - a. A colocação de uma arruela espaçadora de 3mm em cada parafuso de fixação da parede de suporte da cesta, entre esta e o bloco do motor, afastando a parede do bloco do motor.
  - b. A colocação de dois calços de borracha, desses auto adesivos ou colados com silicone, entre a parede e a parte posterior da cesta. Ver Figura 34.

**Problema:** Meu ventilador não se conecta facilmente à rede WiFi.

**Explicação/Solução:** A placa ESP32-wroom-32 utilizada neste projeto possui antena interna cujo ganho é limitado por regulamentos, segundo pesquisa rápida que executei na internet. O

que observei é que o posicionamento do ventilador com relação ao roteador (ou extensor de alcance) pode afetar bastante a conexão do ventilador à sua rede.

**Problema:** É difícil achar meu ventilador em minha rede WiFi toda vez que eu o religo na tomada.

**Explicação/Solução:** De fato. Entendo da mesma forma. Isso só terá solução se definirmos um mecanismo de busca em um *app* e/ou melhorarmos a forma como o registro do ventilador na sua rede é feito. Ver “Conclusão”.

## Conclusão

O projeto está em evolução. Como em boa parte dos projetos, a presente versão terminou “por decurso de prazo”, com alguns pequenos desvios das soluções ideais.

A solução do problema de travamento durante o basculamento tomou bastante do meu tempo, conforme já expliquei neste texto. A solução (mais precisamente, o conjunto de medidas para resolver o problema) que dei se mostrou eficaz, já que dois dos meus ventiladores estão funcionando perfeitamente, com um movimento de basculamento suave. Talvez disponibilize para *download* os vídeos que comprovam isso.

Vejo que os principais problemas na presente versão estão associados ao software embarcado que podemos melhorar bastante com custos bem previsíveis.

Um avanço importante seria, por exemplo, o desenvolvimento de um mecanismo de localização do ventilador após sua entrada na rede, fosse após a configuração ou após ligá-lo na tomada. Isso poderia ser feito de duas maneiras, penso eu:

1. Uma busca no estilo “força bruta” na rede realizada pelo aplicativo de controle do ventilador, ao iniciar. Poderíamos disponibilizar mais um serviço no ventilador, além dos de controle já disponíveis, que responderia com a identidade – que seria definida na configuração e armazenada na memória - e o endereço IP do aparelho, que pode ser obtido por meio de uma chamada ao Sistema Operacional do ESP32. A partir daí, o seu *app* “falaria” diretamente com seu ventilador. Essa maneira, além de deselegante e ineficiente, a meu ver, não atende a uma série de necessidades futuras que pretendo suprir, principalmente no que diz respeito ao comando por voz usando-se a Alexa, Siri ou Google Assistant.
2. Um registro feito pelo próprio aparelho, durante sua inicialização, passando esses dados (ID e IP) a um controlador (serviço) intermediário, que seria também responsável por intermediar a comunicação do ventilador com o mundo, quando ela fosse necessária (e certamente será). Além da eficiência na localização do ventilador, outra vantagem seria a segurança, pois o intermediário diminuiria o acoplamento entre seus ventiladores e o mundo. O seu *app* comandaria o ventilador indiretamente, por intermédio desse serviço. Uma desvantagem seria a lentidão, condicionada ao tráfego em sua intranet e ao quanto o intermediário estará ocupado com os outros aparelhos. A outra desvantagem decorre da colocação em cena de mais um ator (suscetível a falhas) em uma solução de automação residencial.

Toda essa discussão é alimento para mim ☺.

Quem, porventura, vislumbrar melhorias ou tiver ideia melhor para qualquer solução que dei no projeto, que se manifeste. Terei o maior prazer e interesse em discutir, implementar e/ou orientar a implementação das melhorias e ideias sugeridas.

Sua contribuição, qualquer que seja, será muito bem vinda. Seria um privilégio contar com você para aprimorar o projeto.

Peço desculpas antecipadamente por imprecisões e erros no texto que tenham passado despercebidos. Indicá-los também é muito bem vindo e útil.

## Apêndice A – Figuras



Figura 1 – Remoção do *knob* de basculamento lateral.

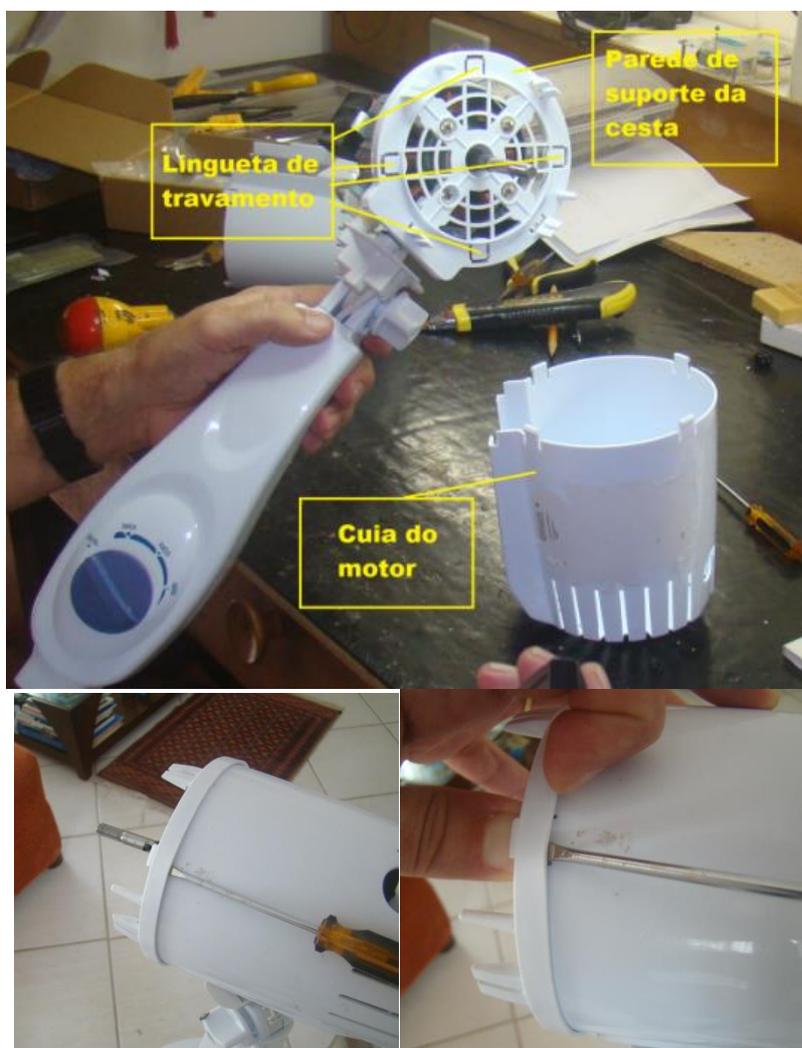


Figura 2 – Remoção da cuia do motor.

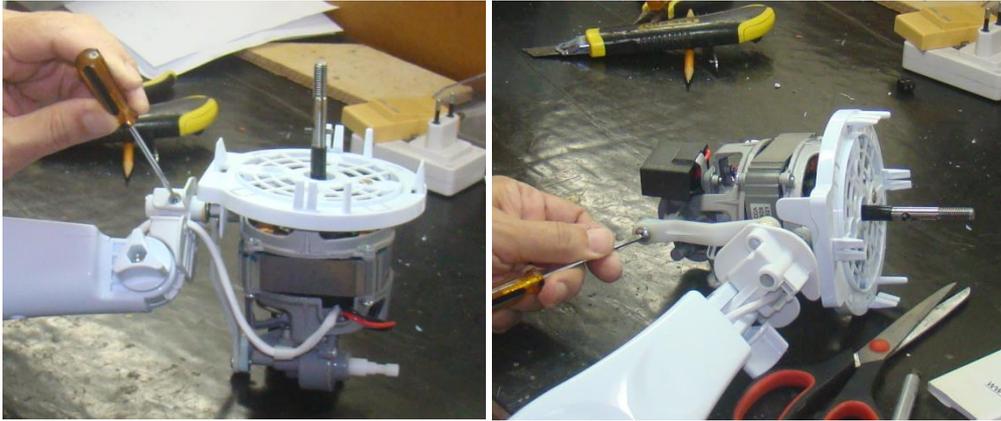


Figura 3 – Remoção do parafuso de trava do eixo de oscilação lateral e o do braço de oscilação

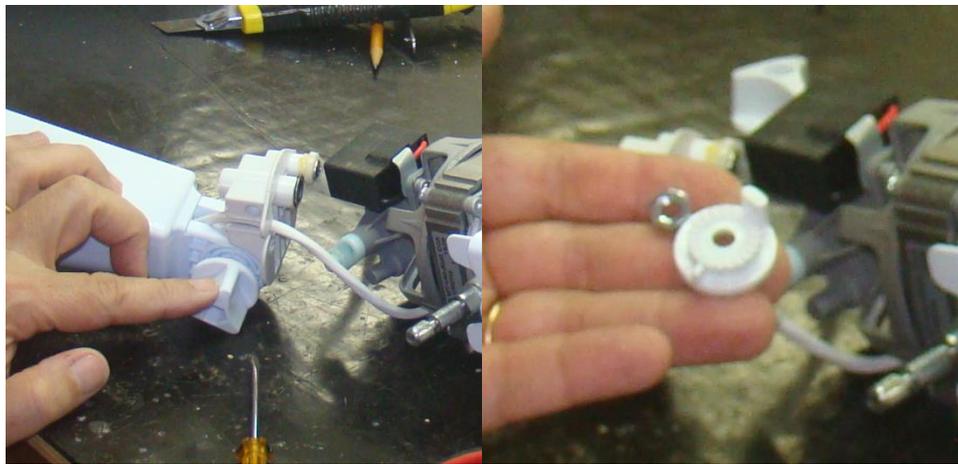


Figura 4 - Borboleta de travamento da angulação vertical e as peças que você ira precisar.



Figura 5 – Remoção dos parafusos de fechamento do compartimento vertical.



Figura 6 – Peças originais removidas. Guarde-as para o caso de querer reverter o *retrofit*.



Figura 7 – Remoção do batente da direita da tampa do compartimento vertical.



Figura 8 – Uso dos gabaritos de marcação.



Figura 9 – Marcas para a furação feitas.



Figura 10 – Furos feitos para a passagem dos botões. Painel parafusado e furos de 3mm de diâmetro para a colocação dos leds de sinalização feitos.



Figura 11 – Marcação e remoção das abas plásticas da parede plástica de suporte da cesta.

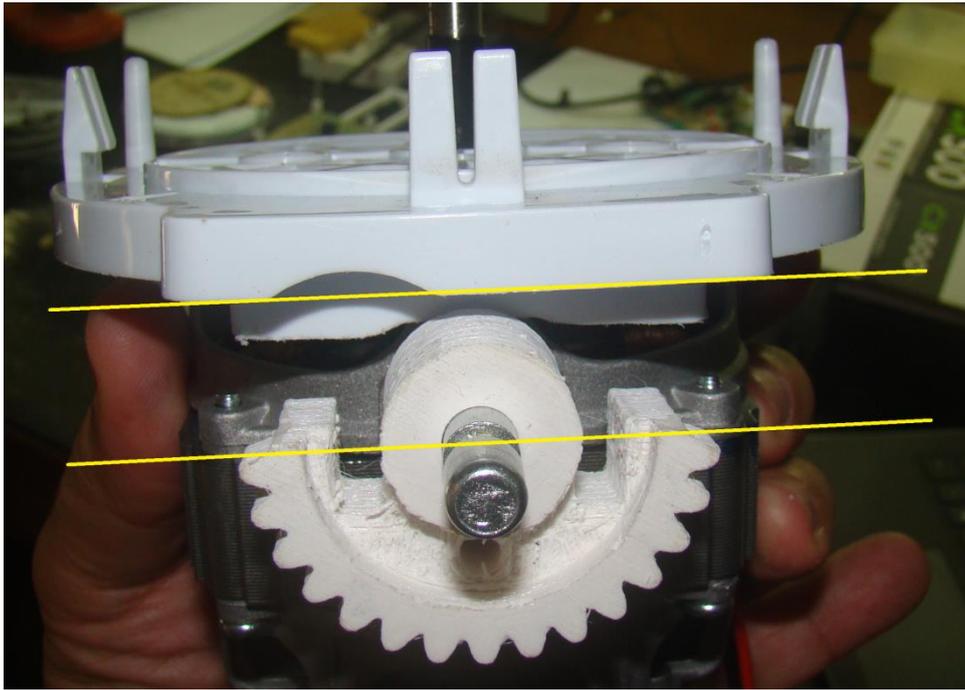


Figura 12 – Correto posicionamento da coroa. As linhas de referência em amarelo precisam ficar paralelas.

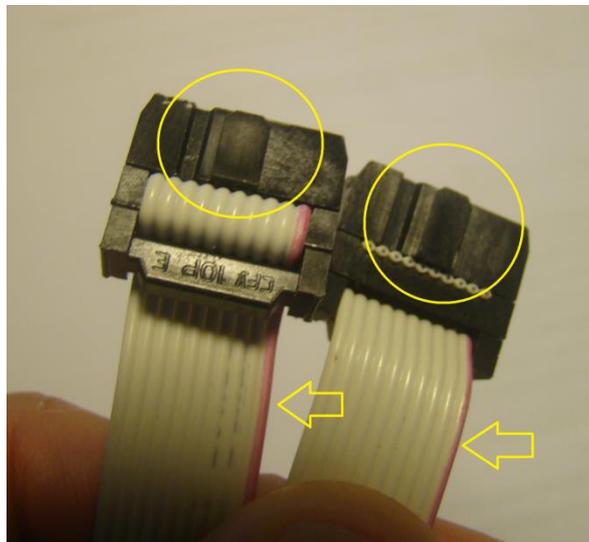


Figura 13 – Cabo de 10 vias pino-a-pino para a conexão entre a placa de comando e a placa de controle

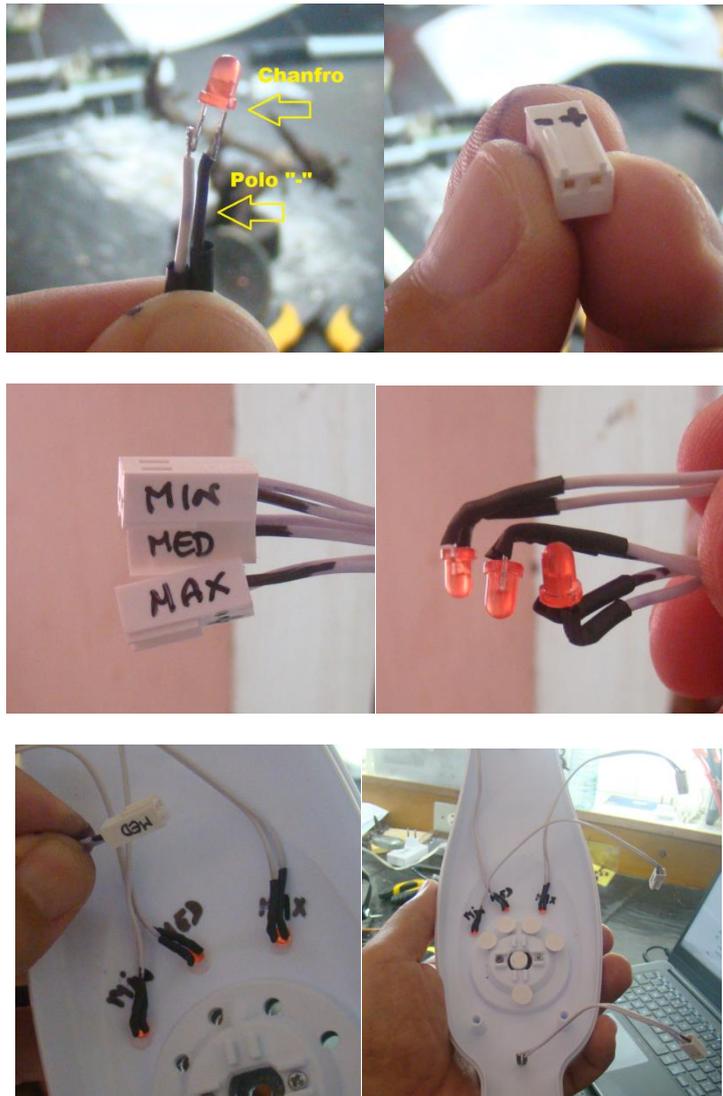


Figura 14 – Preparação e posicionamento dos leds de sinalização.

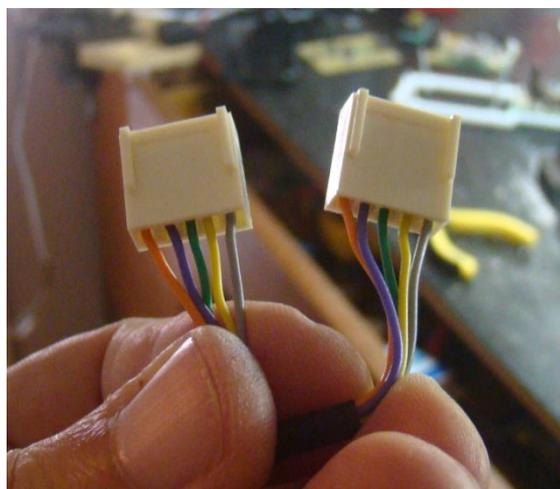


Figura 15 – Rabicho de conexão entre as placas de controle e de acionamento (relés).

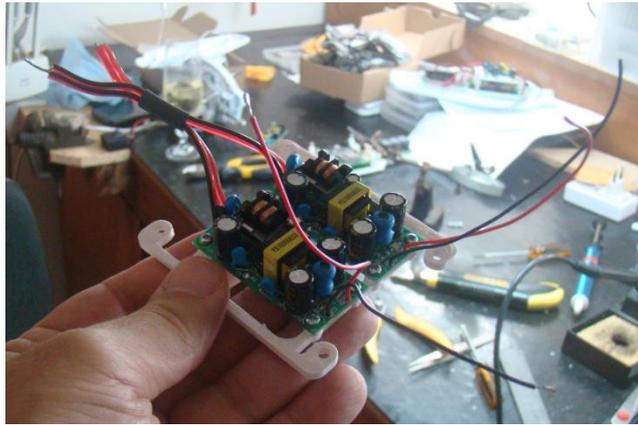


Figura 16 – Fontes montadas no *frame* com os fios soldados em suas entradas e saídas.

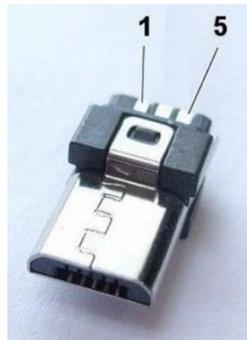
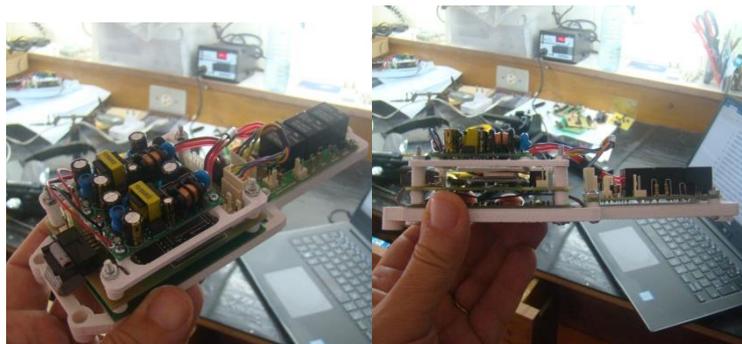


Figura 17 – Conector micro USB para alimentação do controlador ESP32.



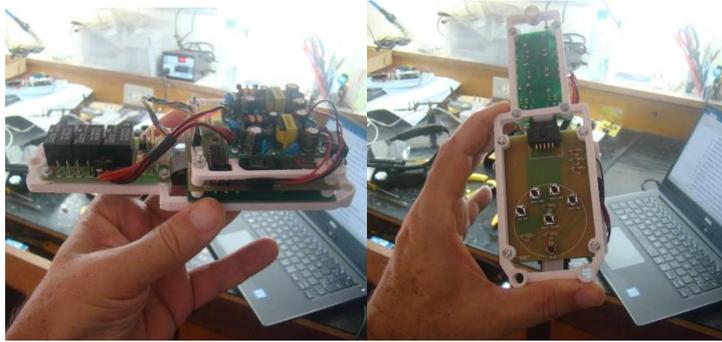


Figura 18 – Placas montadas no *frame* de suporte do conjunto eletrônico.

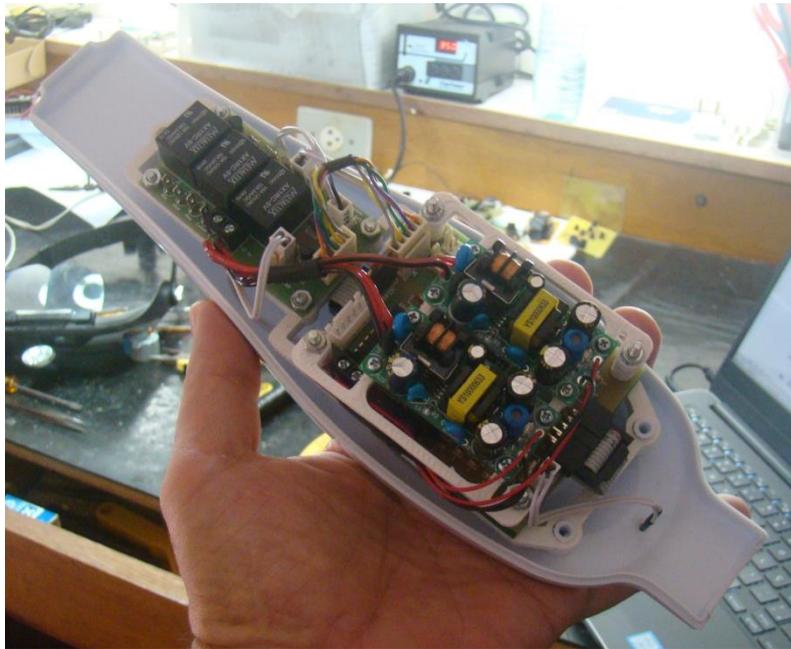


Figura 19 – *Frame* (com as placas montadas) encaixado na tampa do compartimento vertical. Encaixes dos conectores dos leds de sinalização feitos. Notar o posicionamento do *frame* das fontes.

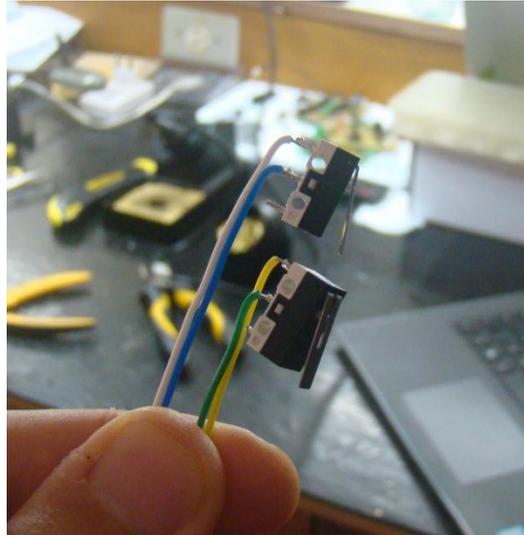


Figura 20 – Terminais utilizados dos sensores de fim de curso (*end stops*).

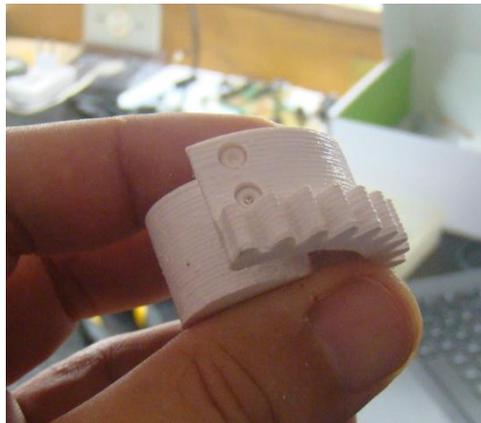


Figura 21 – Rebaixos na coroa para que as cabeças dos parafusos de fixação dos sensores fiquem 100% embutidas.

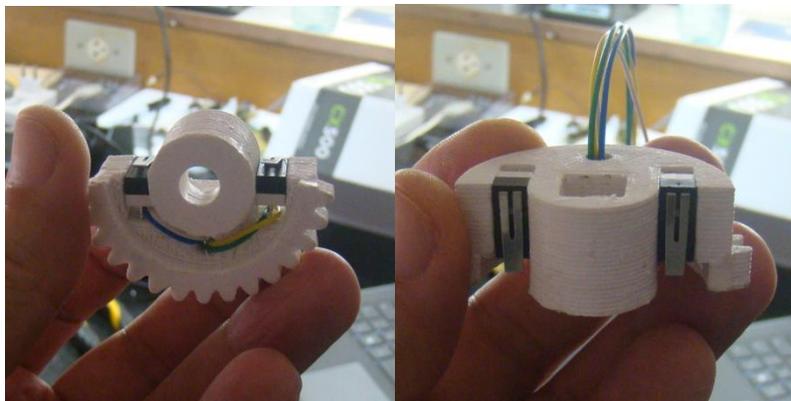


Figura 22 – Saídas dos fios da coroa. Memorizar quais são os fios são os do sensor da direita e quais os do da esquerda (direita e esquerda como na foto). Não conectar as pontas agora.

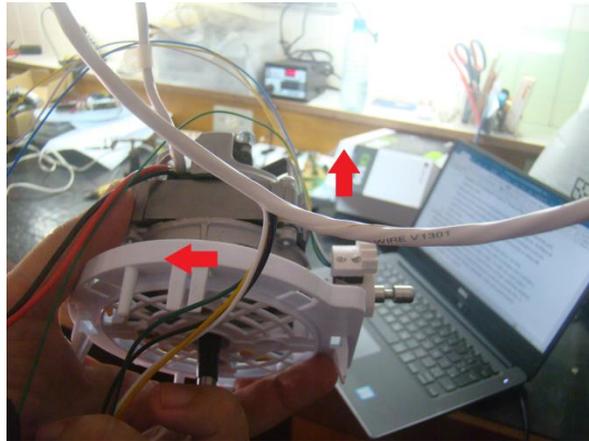


Figura 23 – Retirada da capa dos fios do motor para permitir a separação dos fios para a descida.



Figura 24 – Arranjo dos fios na saída do motor e posicionamento do capacitor.

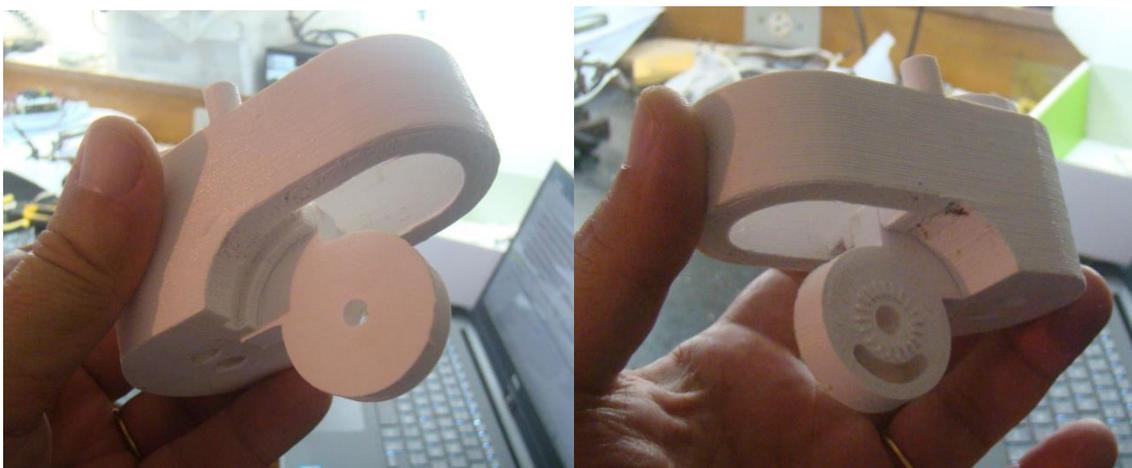


Figura 25 – Montando o núcleo de suporte do motor, colando-se a parte vertical (vertical do “miolão”) à parte principal do suporte (o “miolão”).

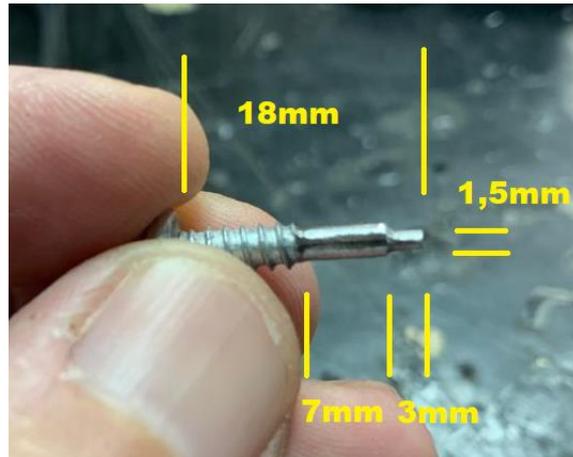


Figura 26 – Parafuso de travamento do motor ao suporte.



Figura 27 – Posicionamento no suporte do parafuso de travamento do motor.



Figura 28 - Garantindo que os rolamentos de suporte entrem justos no nicho cilíndrico do suporte usando uma lixa. NÃO LIXE DEMAIS.



Figura 29 – Esfera de apoio do eixo de basculamento colocada no fundo do copo e primeiro rolamento introduzindo até o fundo no nicho.

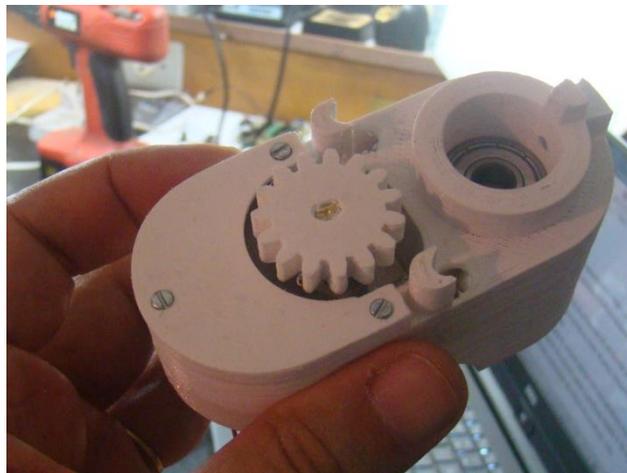


Figura 30 – Motor e passo e tampa superior do núcleo de suporte do motor colocados.

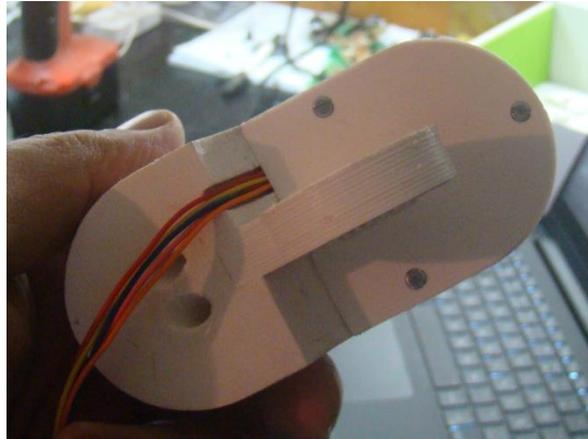


Figura 31 – Tampa inferior traseira do núcleo de suporte do motor colocada. Reparar no detalhe da passagem dos fios do motor de passo por dentro do rebaixo no plástico.



Figura 32 – Teste de travamento do conjunto do motor na base.

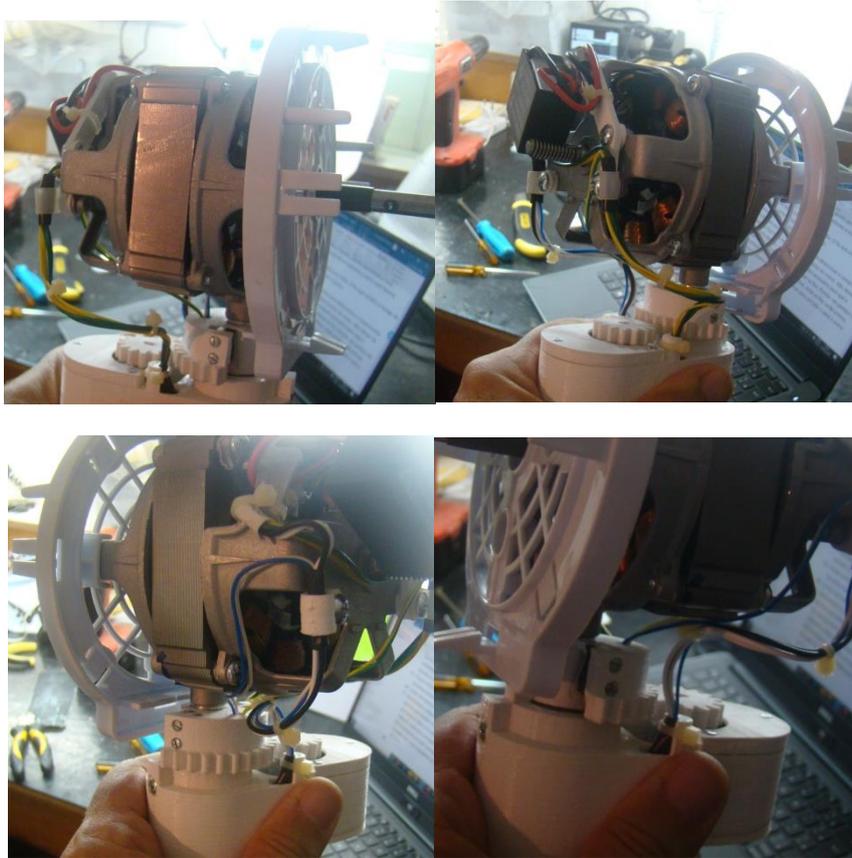


Figura 33 – Passagem e fixação dos dois conjuntos de fios que vão descer para a o compartimento vertical.

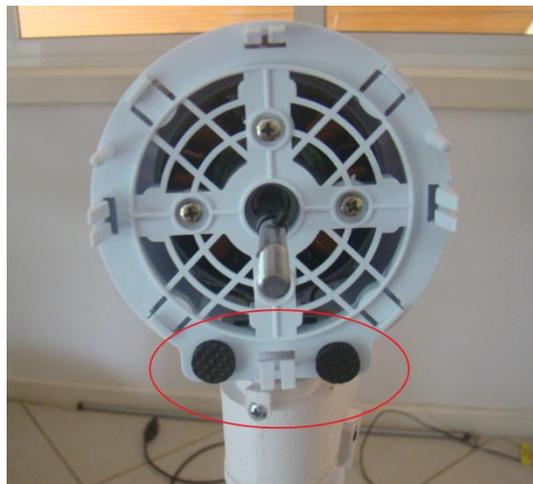


Figura 34 – Colocação de dois calços de borracha para um pequeno afastamento entre a cesta da hélice e o suporte do motor. Com a mesma finalidade, não aparecendo na foto, se deve colocar uma arruela espaçadora entre a parede de suporte da cesta e o bloco do motor, em cada um dos quatro parafusos da foto.



Figura 35 – Marcação da cuia do motor com o uso do gabarito. Notar que a marcação é feita com a caneta de marcação contornando externamente o gabarito.



Figura 36 – O resultado do corte da cuia do motor com base na marcação feita com o uso do gabarito da Figura 35.



Figura 37 - Tampinha do furo deixado pela retirada do *knob* de oscilação lateral.



Figura 38 – Lista de dispositivos da minha rede WiFi, vasculhada pelo app iNet.

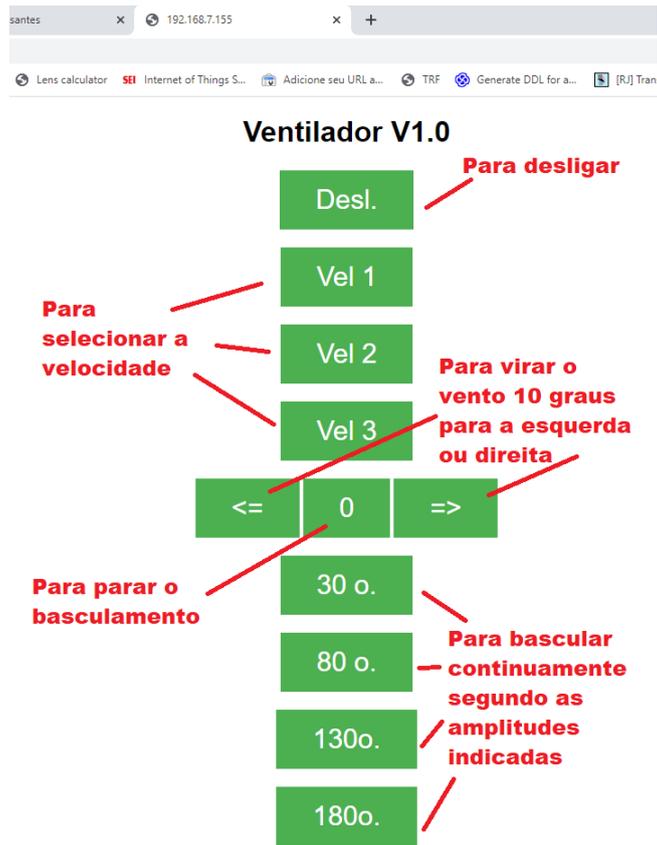


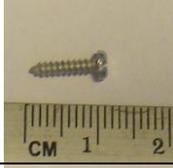
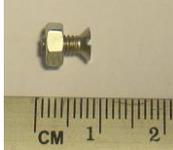
Figura 39 – Página HTML provida pelo ventilador para a operação remota.



## Apêndice B - Relação de Peças e Componentes Necessários

### Parafusos

Todos os parafusos, exceto o modelo 9, podem ser Philips ou fenda.

Modelo	Foto	Qtde	OBS
1		2	Para fixação do painel impresso na tampa do compartimento vertical.
2		4	Para fixação da placa de acionamento (relés) no frame. Pode ser de 1/8" ou M3.
3		4	Para fixação das placas de comando e de controle no frame. Pode ser de 1/8" ou M3.
4		8	Para fixação das fontes no frame de fontes.
5		13	Para fixação dos <i>end stops</i> e das tampas do núcleo de suporte do motor.
6		1	Para fixação do capacitor do motor ao braço plástico. Pode ser de 1/8" ou M3. Pode ser de cabeça redonda.
7		1	Parafuso de travamento do motor no suporte. Será desbastado conforme a Figura 26. O comprimento não importa, contanto que a parte de rosca tenha mais do que 18mm. Medi 3,9mm de diâmetro na parte da rosca. A cabeça não deve ter mais de 8mm de diâmetro, senão não encaixa no nicho
8		2	Para fixação do motor de passo no núcleo de suporte do motor.
9		1	Parafuso M6 (rosca em mm). Ele é 5mm mais curto do que o parafuso original do mecanismo de regulagem do basculamento vertical. Pode ser em aço branco. A cabeça (hexagonal) deverá ser de dimensões idênticas às do parafuso que ele substituirá.

## Placas de circuito impresso

Link para *download* dos arquivos Gerber e de furação (todos os arquivos em um zipão):

<http://luzantoniopereira.com.br/downloads/projetos/SmartFan/PCIs.zip>.

## Componentes eletrônicos

Segue a lista de componentes eletrônicos usados no projeto.

Tipo/Valor	Qtde	Onde aplicar/OBS
Chave táctil 6x6x7mm 180°	6	Placa de comando.
Resistor 10k Ohm, 1/4w	6	Placa de comando.
Conector Header IDC de 10 pinos	1	Placa de comando.
ESP32 Wroom Dev kit V1	1	Placa de controle.
CI ULN2003 DIP	1	Placa de controle.
CI 24C64 DIP	1	Placa de controle.
Resistor 68 Ohm, 1/4w	1	Placa de controle.
Resistor 56 Ohm, 1/4w	1	Placa de controle.
Resistor 4K7 Ohm, 1/4w	4	Placa de controle.
Resistor 10k Ohm, 1/4w	2	Placa de controle.
Transistor BC548 TO-92	1	Placa de controle.
Transistor TIP32C TO-220-3	1	Placa de controle.
Socket macho Molex KK 2 pinos 2,54mm	3	Placa de controle.
Socket macho Molex KK 5 pinos 2,54mm	1	Placa de controle.
Conector Borne KRE2 2 vias parafuso	1	Placa de controle.
Conector macho JST-XH, 5 pinos 2,54mm	1	Placa de controle.
Conector Header IDC de 10 pinos	1	Placa de controle.
Led 3mm vermelho	4	Placa de controle.
Led 3mm branco ou verde	1	Placa de controle.
Capacitor cerâmico 10nF, 50v, 2,54mm	1	Placa de controle.
Socket fêmea Molex KK 2 pinos 2,54mm	3	Placa de controle.
Resistor 4K7 Ohm, 1/4w	3	Placa de acionamento.
Resistor 150 Ohm, 1/4w	3	Placa de acionamento.
Transistor BC548 TO-92	3	Placa de acionamento.
Relé SPDT Form C, 5V, 10A	3	Placa de acionamento.
Terminal Faston Macho 2,8mm para PCI TI 2,8	4	Placa de acionamento.
Socket macho Molex KK 2 pinos 2,54mm	3	Placa de acionamento.
Socket macho Molex KK 5 pinos 2,54mm	1	Placa de acionamento.
Conector Borne KRE2 2 vias parafuso	1	Placa de acionamento.
Diodo 1N4148	3	Placa de acionamento.
Socket fêmea Molex KK 2 pinos 2,54mm	3	Placa de acionamento.
Fios/cabinhos diversos de cinco cores, fios paralelos, flat cable de 10 vias.		
<b>OBS:</b> Não esquecer os conectores metálicos para os soquetes fêmeas KK.		

## Peças Plásticas Impressas na 3D

Os pesos e os tempos estimados de impressão encontram-se na tabela abaixo.

Peça	Peso (g)	Tempo de Impressão
Frame das placas	15,9	01:14
Espaçadores	2,4	00:25
Botões	2	Não registrado
Coroa	10,3	00:54
Knob	5,1	00:27
Pinhão R8	1,5	00:23
Suporte Capacitor	1,8	00:09
Tampa furo canopla	1	00:09
Miolão - Partes	17	01:14
Miolão	62,3	04:50
Suporte Fontes	3,5	00:20
Gabaritos de furação do painel	2,8	Não registrado
Gabarito da corte da cuia	2	00:20
Presilha Fios	0,7	00:05
<b>Total</b>	<b>128,3</b>	<b>10:44+</b>

Link para *download* dos arquivos de modelo “.STL” das peças (todas em um zipão):

<http://luizantoniopereira.com.br/downloads/projetos/SmartFan/PecasModelosSTL.zip>.

## Outras Peças

Segue a lista de peças variadas usadas no projeto.

Peça	Qtde	Onde aplicar/OBS
Esfera de aço com 9,5mm de diâmetro	1	Copo do fundo do núcleo de suporte do motor.
Rolamento DE 22mm, DI 8mm, H 7mm	2	Nicho cilíndrico do núcleo de suporte do motor.

## Código Binário

Link para *download*:

<http://luizantoniopereira.com.br/downloads/projetos/SmartFan/Firmware.zip>.

## Código Fonte

Link para *download* (zip):

<http://luizantoniopereira.com.br/downloads/projetos/SmartFan/VentiladorInteligente.zip>.