

R S P I D R

Documentação rspidr

Versão alfa 0.5

Florianópolis – SC – Brasil

SUMÁRIO

| | | |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | PREFÁCIO | 3 |
| 2 | ANÁLISE PRELIMINAR | 4 |
| 2.1 | Estudo da doença | 4 |
| 2.2 | Situações de utilização..... | 5 |
| 2.2.1 | Situação de paciente buscando o centro de saúde | 5 |
| 2.2.2 | Situação emergencial com paciente inconsciente..... | 5 |
| 3 | PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO..... | 6 |
| 3.1 | Visualização gráfica do processo | 6 |
| 3.2 | Associação dos termos comuns do processo | 7 |
| 4 | DESCRIÇÃO DO APARATO | 9 |
| 4.1 | Ventilador mecânico..... | 9 |
| 4.2 | Gabinete..... | 10 |
| 4.3 | Fonte | 11 |
| 5 | UTILIZAÇÃO DO APARATO..... | 12 |
| 5.1 | Interface de utilização..... | 12 |
| 5.2 | Exemplo de utilização | 12 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 15 |
| 7 | REFERÊNCIAS E LINKS EXTERNOS | 16 |
| 7.1 | Fontes consultadas | 16 |
| 7.2 | Links externos | 16 |

1 PREFÁCIO

Tendo em vista a pandemia atual de Covid-19 surge a necessidade de aparatos auxiliares do processo de respiração que possam atender a população necessitada. Não apenas isso, outras doenças respiratórias também têm a necessidade de aparatos auxiliares. No entanto o preço de tais aparelhos são elevados e muitas vezes não justificam a compra para o uso do paciente, ainda que ele tenha a necessidade.

O projeto *rspidr* tem como função solver esta carência, produzindo um aparelho que, sem dispensar a segurança e confiabilidade, possa auxiliar boa parte das doenças que causem insuficiência respiratória com um projeto *open-source*, barato e de produção facilitada.

A iniciativa estará disponível online, permitindo a cópia, edição e fazendo seu papel no *pool* de múltiplos projetos semelhantes.

Aviso legal: Esta documentação trata-se de um projeto em andamento, está em busca de aprovação com as autoridades competentes. O autor não se responsabiliza por qualquer uso indevido das informações disponibilizadas. Este projeto não tem fins lucrativos.

2 ANÁLISE PRELIMINAR

2.1 Estudo da doença

De acordo com estudos, citados na bibliografia, estimou-se que de 10% a 20% dos casos de Covid-19 apresentam sintomas graves ou críticos, os quais necessitam de internação. O cuidado desses casos, entretanto, não é necessariamente a internação direta ou a utilização da UTI com o paciente mas sim trata-se de uma evolução, apresentando inicialmente sintomas moderados durante um período de um a sete dias seguido daí de internação, apresentando os sintomas que demonstrem a necessidade.

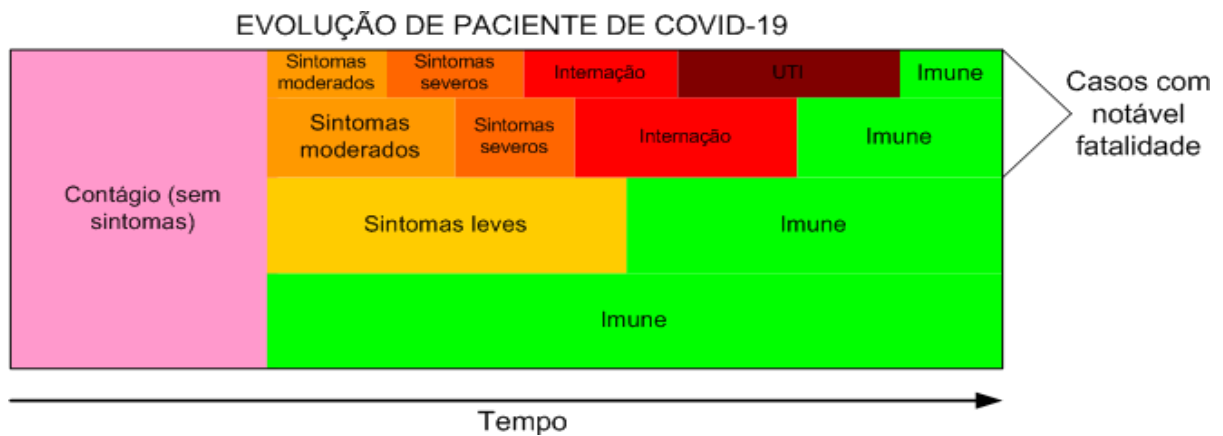


Imagem 1: Evolução de paciente de Covid-19, simplificado e sem proporção

Ao observar os tipos de pacientes, o projeto *rspidr*, para ter uma melhor eficácia, focou nos casos em que os pacientes apresentam sintomas severos, especialmente tratando de fadiga pulmonar, dispneia ou mesmo insuficiência respiratória. Assim, a partir desses paciente com esses sintomas, o objetivo do aparato é diminuir a necessidade de internações e utilização de UTI tratando estes casos, garantindo a melhor recuperação do paciente auxiliando a atividade respiratória.

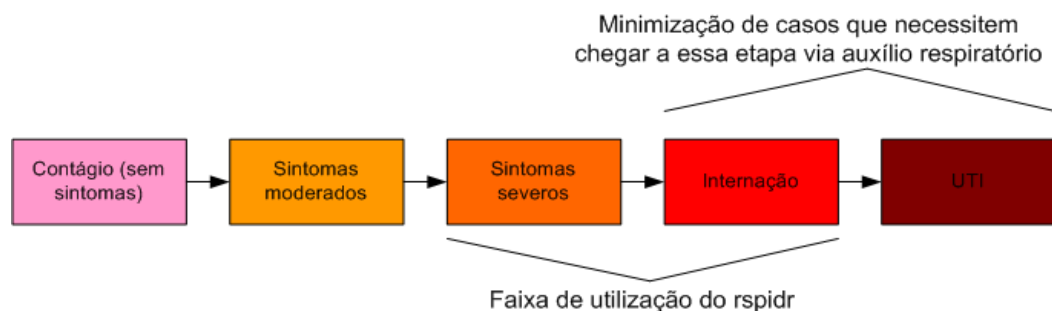


Imagem 2: Faixa de utilização do projeto *rspidr* e objetivo do aparato, baseado na imagem anterior

O aparato irá auxiliar nestes casos fornecendo uma pressão positiva para aliviar o esforço dos músculos do sistema respiratório e auxiliar a oxigenação pulmonar, podendo até mesmo acoplar um cilindro de oxigênio na ventilação. A descrição detalhada do funcionamento será dada na seção seguinte.

2.2 Situações de utilização

O aparato *rspidr* poderá ser utilizado em múltiplas situações nos centros de saúde e hospitalares. Será demonstrado duas situações ilustrativas possíveis em que o uso do auxiliador poderá ser utilizado.

2.2.1 Situação de paciente buscando o centro de saúde

Na primeira situação apresentada, assume-se que o paciente, com dificuldade respiratória, busca atendimento médico. Tendo em vista que apresenta sintomas severos, nele é colocado o aparato *rspidr* em modo *triggado* na inspiração, auxiliando o paciente e mantendo ele até ser encaminhado para a consulta médica.

Dependendo da decisão do profissional, ele poderá ser dispensado, ser posto em observação ou ser internado. Nos dois últimos casos, o aparato ainda poderá ser utilizado para o auxílio respiratório, permitindo aliviar os sintomas e, eventualmente, auxiliar a recuperação do paciente.

2.2.2 Situação emergencial com paciente inconsciente

Na segunda situação, o paciente já está em avançada fase de insuficiência respiratória, beirando a inconsciência e necessitando ser entubado. O aparato, então, é colocado em modo aberto funcionando em modo “Automatizador de *Ambu*”. Dessa maneira o aparelho funcionará como o profissional performando esta função, liberando-o para agir em outras atividades.

Naturalmente, o paciente continuará sob supervisão e deverá ser encaminhado para a UTI para então receber o atendimento definitivo.

3 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

O método de funcionamento do aparato se dará fornecendo uma pressão positiva ao paciente, auxiliando o seu processo de inspiração, dificultada devido à doença. Esta pressão positiva será feita através do pressionamento linear de um ressuscitador manual, conhecido comercialmente como *Ambu*, que será descrito mais profundamente na próxima seção. Será descrito, a seguir, a base do processo de auxílio respiratório.

3.1 Visualização gráfica do processo

O aparelho disponibilizará de um sensor de pressão, ao qual irá constantemente executar a medição e inicializará o degrau da pressão baseado no início da inspiração do paciente. Desta maneira, o aparelho sincronizará o processo de respiração com o seu usuário. O gráfico a seguir demonstra como será o funcionamento descrito, com o eixo vertical demonstrando a pressão medida pelo sensor e o eixo horizontal o tempo, em unidades ilustrativas. Nota-se o pico negativo, sendo este a inspiração feita pelo paciente.

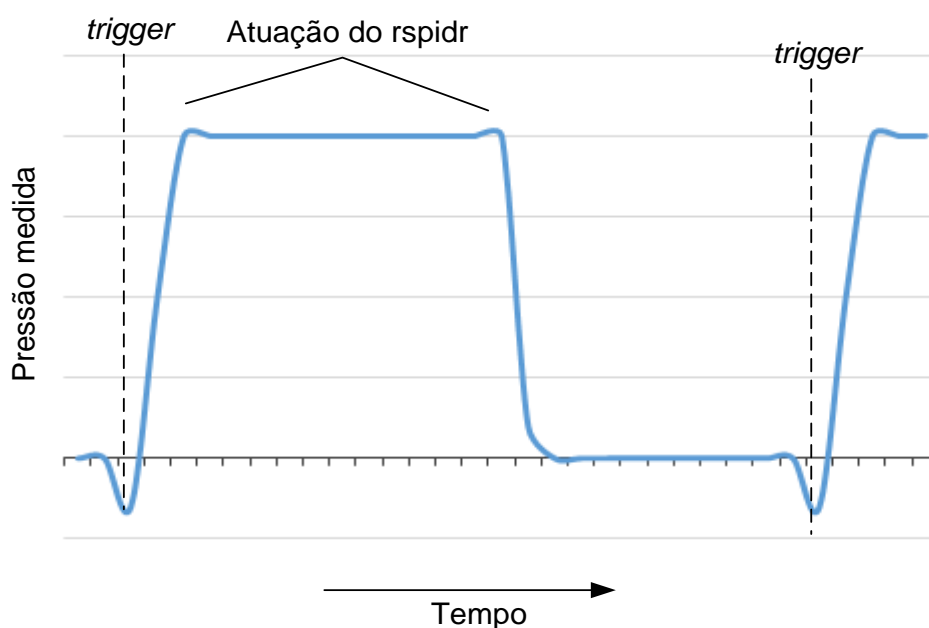


Imagem 3: Gráfico descrevendo o funcionamento do aparato a partir do sensor de pressão.

O aparelho deverá, assim, ser utilizado em pacientes conscientes que apresentem dificuldades respiratórias com o acompanhamento médico constante, de maneira que ele ainda esteja sob observação.

Também poderá ser utilizado o modo aberto, onde poderá ser utilizado, de maneira emergencial, como um “Automatizador de *Ambu*”.

3.2 Associação dos termos comuns do processo

Entre suas funções será possível configurar o processo, dentre suas configurações deverão estar editáveis a pressão fornecida (via controle de velocidade de avanço), a quantidade de ar a ser enviada (via definição dos pontos iniciais e finais), a sensibilidade da pressão de *trigger* (via definição da sensibilidade do sensor de pressão). No modo aberto, poderá ser definido, além dos dois primeiros citados, a frequência respiratória. A tabela a seguir liga os termos comuns com as configurações do aparato e apresenta as variáveis que podem ou não ser controladas.

| Terminologia | Configuração do aparato | Ligação/Justificativa |
|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Volume corrente | Distância de avanço do pressionador | Quanto maior o avanço, maior o volume deslocado |
| Pressão de pico | Velocidade de avanço do pressionador | Quanto maior a velocidade, maior a pressão na saída do <i>Ambu</i> |
| Sensibilidade do aparelho | Sensibilidade (<i>trigger</i>) | Configurar o sensor de pressão de maneira a conferir o valor de inspiração do paciente como <i>trigger</i> |
| Frequência respiratória | Ciclos por minuto (modo aberto) | Configurar a quantidade de ciclos por minuto automaticamente define a frequência respiratória |
| PEEP | Não aplicável | O aparato não visa a manutenção de PEEP, tendo em vista o paciente alvo |

Tabela 1: Ligação com as variáveis comuns do processo respiratório e o aparato

O gráfico a seguir mostra quais são, a partir do gráfico simplificado do projeto, os valores que podem ser configurados, mostrados na tabela anterior.

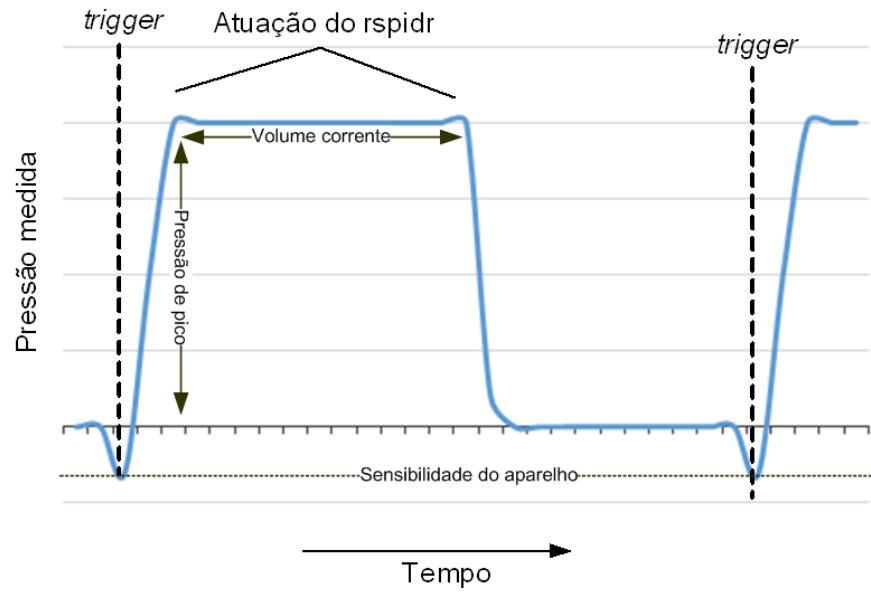


Imagem 4: Associação descrevendo o funcionamento do aparato destacando os valores configuráveis

4 DESCRIÇÃO DO APARATO

Para suprir as necessidades esboçadas, o projeto será dividido em três subsistemas, contando com um sistema mecânico de pressionador de *Ambu*, um gabinete para o controle do pressionador e uma fonte de alimentação.

O diagrama a seguir apresenta os subsistemas, de uma maneira geral e sem detalhamento, bem como a relação com o paciente.

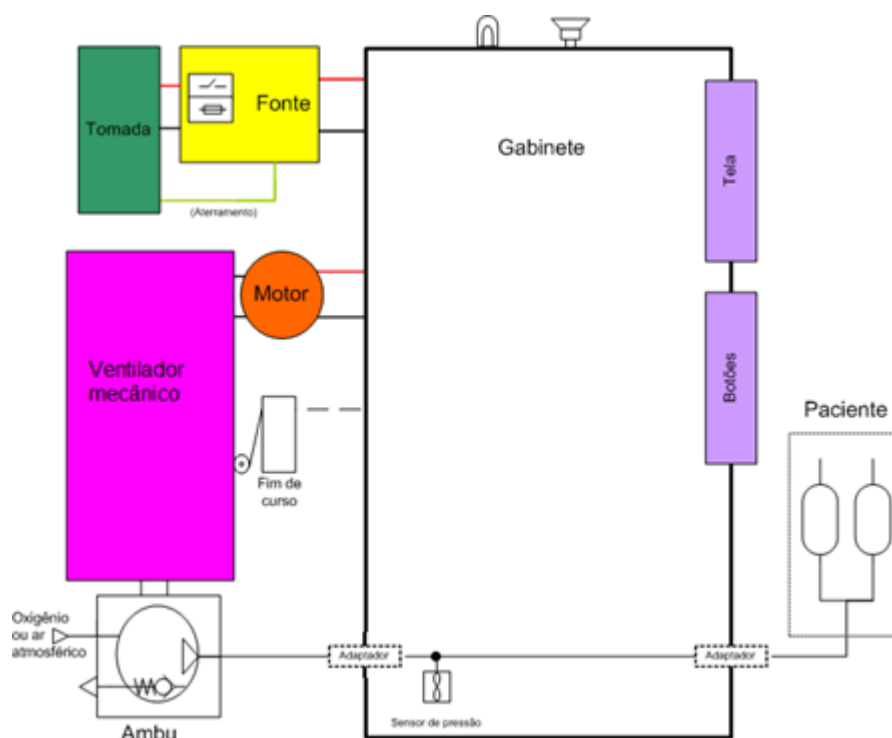


Imagem 5: Diagrama simplificado dos componentes do projeto *rspidr*

Para melhor compreensão do funcionamento do aparato, as seções a seguir demonstrarão detalhadamente cada sistema: “ventilador mecânico”, “gabinete eletrônico” e “fonte”.

4.1 Ventilador mecânico

O trabalho mecânico será executado efetivamente pelo subsistema “ventilador mecânico”. Nele está estruturado o mecanismo de compressão do *Ambu*, este que fará a pressão positiva e ventilação ao paciente. Assume-se, que o *Ambu* trabalhado tenha uma válvula de prevenção de pressão excessiva.

A estrutura mecânica é baseada no projeto de Joel Frax, disponível nas considerações finais, e trata-se de um compressor linear acionado por um motor de passo, permitindo o controle fino da posição do acionamento. Nele também foi acoplado um sensor fim de curso, de maneira a permitir a execução do *home*, permitindo que o aparelho localize a posição inicial e final.



Imagens 6 e 7: Fotos do ventilador mecânico isolado (com *Ambu*)

O motor de passo utilizado pelo projeto é um NEMA 17, mais especificamente um *HANPOSE – 17HS4401*, disponível em lojas de eletrônica ou assistência de impressão 3D. Ele fornecerá a movimentação para a distância selecionada, garantindo precisão e previsibilidade de posição.

Os desenhos mecânicos estarão disponíveis na seção “Referências e Links Externos” e poderão ser baixados para a produção de clones.

4.2 Gabinete

O conjunto que fará o controle e integração de todos os componentes será o subsistema “gabinete”. Ele será o responsável pelo comando do aparato inteiro, deslocando o motor, provendo a interface humano-máquina, medindo o processo e garantindo a segurança e bom funcionamento do processo.

Ao ligar a chave de energia, o usuário terá a interação com os botões e a tela LCD disponível, podendo configurar as variáveis descritas anteriormente antes de iniciar o processo. Internamente, estarão também o microcontrolador e o driver responsável pelo controle e acionamento, respectivamente. Terá disponível também sinalização luminária e sonora para alarmes e comunicações com o usuário.

O gabinete terá uma entrada de ar, vindo do ventilador mecânico, e uma saída de ar, que irá para o paciente. Dentro dele terá o sensor de pressão responsável pela medição constante da pressão de ar do paciente.

O microcontrolador utilizado será o popular *Arduino Nano* conectado à uma placa projetada para as conexões tendo uma programação feita especialmente para este projeto. A partir dele será comandado o driver para motor de passo *DRV8825* e será lido o sensor de pressão “*dip 40k*”, este que teve uma placa dedicada montada para o tratamento do sinal. A tela selecionada é a tela de cristal líquido de duas linhas e dezesseis caracteres *LM016L* e o teclado trata-se de uma placa projetada para a função.

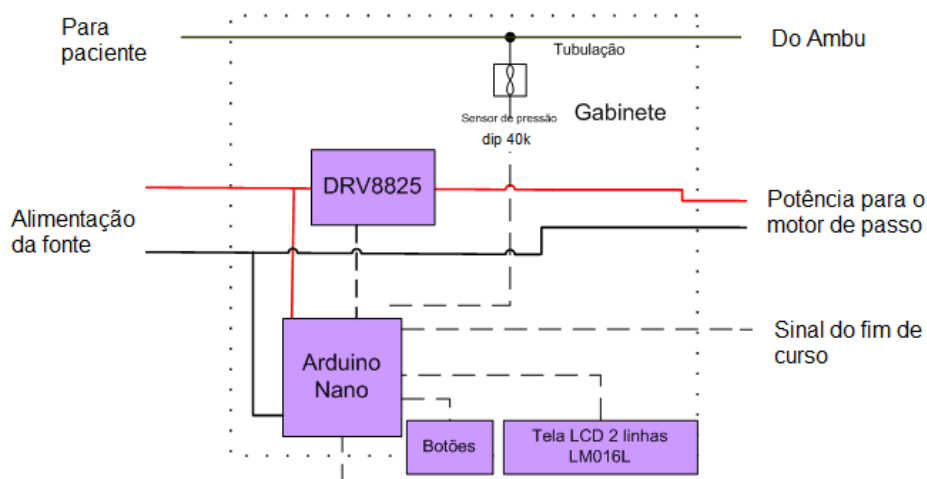


Imagem 8: Detalhe do diagrama geral, explicando cada componente do gabinete

Os desenhos das placas estarão disponíveis na seção bem como a programação estarão disponíveis na seção “Referências e Links Externos”.

4.3 Fonte

A alimentação de potência de todo o aparato se dará pela rede elétrica por meio de uma fonte. Esta subsistema trata-se de uma fonte de computador comumente encontrada no comércio, sendo regular a tensão para a alimentação dos módulos de controle e de entregar potência suficiente para a movimentação correta dos motores.

Selecionou-se a fonte de alimentação de computador *PWS2003* que proverá, com potência além do suficiente, as tensões de 5V, para o *Arduino Nano* e outros periféricos, e 12V, para o acionamento do motor.

5 UTILIZAÇÃO DO APARATO

5.1 Interface de utilização

O aparato fará a comunicação através da tela LCD, dos *LEDs* e do *buzzer*, sendo da máquina para o usuário, e terá entrada o teclado com os botões disponíveis, sendo do usuário para a máquina.

A interação será feita através de um menu principal as quais terá quatro opções: “Configurações do Aparato”, “Configurações do Processo”, “Iniciar” e “Ajuda”. Não será apresentado, neste momento, um manual de utilização considerando que o projeto está em andamento e a interface está em desenvolvimento e certamente será atualizada. Ainda assim, a estrutura demonstrada a seguir será mantida como base para futuras interfaces.

O manual estará disponível à medida que for estabelecido o menu oficial de operação e será atualizado na seção “Referências e Links Externos”.

5.2 Exemplo de utilização

De maneira a apenas ilustrar a utilização, irá ser demonstrada, em passos, um exemplo baseado no caso da seção 2.2.1. A sequência de passos de utilização, para esse caso, é a seguinte:

1. Ligar o aparato
2. Aguardar a inicialização
3. Clicar no botão “baixo” até encontrar, no menu inicial, a opção “Set Prcesso”



Imagens 9 e 10: Detalhes do exemplo dos passos 1 – 3

4. Clicar no botão “ok”
5. Clicar no botão “baixo” até encontrar a opção “Set Offset”

- Esta opção abrirá o processo de definição da “distância de avanço do pressionador” ou definição do “volume corrente”.
- Neste processo deverá ser definido o ponto inicial e o ponto final do ciclo de inspiração



Imagem 11: Detalhe do exemplo do passo 5

6. Aguardar a execução do *Home*
7. Pressionar o botão “cima” para definir o ponto inicial
8. Clicar no botão “ok” para confirmar o ponto inicial
9. Pressionar o botão “baixo” para definir o ponto final
10. Clicar no botão “ok” para confirmar o ponto final
 - Ao fim deste processo o “volume corrente” estará definido. A tela retornará para o menu “Set Prcesso”
11. Clicar no botão “baixo” até encontrar a opção “Vlcd”
 - Nesta opção será feita a definição da “velocidade de avanço do pressionador” ou definição da “pressão de pico”
 - A “Vlcd 1” indica a velocidade mais rápida do aparato, clicar com o botão “ok” fará com que a velocidade fique mais lenta, até o valor 10. Após este valor, o valor de “Vlcd” resetará para 1.
12. Clicar no botão “ok” para definir a velocidade desejada



Imagem 12: Detalhe do exemplo do passo 11

13. Clicar no botão “baixo” até encontrar a opção “Trig Prss”

- Esta opção indicará se o sensor de pressão deverá visualizar a respiração do paciente. Se for selecionada “Trig Prss S” então o aparato fará a inspiração baseado na pressão de inspiração do paciente. Se for selecionada “Trig Prss N” então o aparato fará a operação em modo aberto, executando a inspiração ao fim do ciclo.
14. Clicar com o botão “ok” até a opção indicar “Trig Prss S”



Imagem 13: Detalhe do exemplo do passo 14

15. Clicar com o botão “cima” até retornar ao menu inicial
16. Clicar com o botão “baixo” até encontrar a opção iniciar
17. Clicar o botão “ok” duas vezes, para confirmar o início de operação
- O aparato está em execução, conferir com o paciente se as configurações estão confortáveis



Imagem 14: Detalhe do exemplo do passo 17

18. Para reconfigurar, clique com o botão “cima” até retornar ao menu inicial e repita os passos aqui descritos
19. Para finalizar clique qualquer botão ou simplesmente desligue a chave geral. O aparato não necessita de nenhum ciclo de desligamento

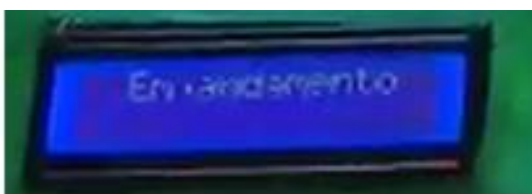


Imagem 15: Detalhe do exemplo do passo 17

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto é encabeçado pelo engenheiro Marcos Rodrigues Butignol. Agradecimentos especiais para o pessoal médico do Centro de Saúde do Pantanal, que proveu importantes informações sob o procedimento médico de tratamento do Covid-19 e colabora continuamente para a solução de eventuais dúvidas que surgem em relação à área.

Teve-se o apoio importante de Joel Frax, que disponibilizou, em seu perfil do site *Thingiverse*, o primeiro projeto mecânico e deu permissão para a utilização neste projeto.

O projeto contou com auxílio do técnico em eletrônica e bacharelado de engenharia eletrônica Augusto Daniel Rodrigues que proveu dicas e diretrizes importantes para a confecção do sistema eletrônico do aparato.

As logomarcas utilizadas no projeto foram feitas pelo publicitário Guilherme Ramos Fleck.

7 REFERÊNCIAS E LINKS EXTERNOS

7.1 Fontes consultadas

Métricas dos dados no mundo, sintomas e número de infectados. Worldometer, 2020.

<https://www.worldometers.info/coronavirus/> (...)

Acesso em 06/08/2020.

Symptoms of Coronavirus. Centers for Disease Control and Prevention, 2020. Disponível em:

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>

Acesso em: 07/08/2020.

The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application. Disponível em:

<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/mdl-32150748>

Acesso em: 08/08/2020.

Casos sem sintomas, leves e graves: as diferentes evoluções do coronavírus . Saúde Abril, 2020.

Disponível em:

<http://saude.abril.com.br/medicina/casos-sem-sintomas-evolucoes-coronavirus/>

Acesso em: 08/08/2020.

7.2 Links externos

Os arquivos do projeto estão sendo disponibilizados para download no GIT do projeto:

<https://github.com/marcos-rb/rspidr>

Os arquivos de desenho mecânico também podem ser conferidos no *Thingiverse* do autor:

<https://www.thingiverse.com/thing:4441758>

O projeto também pode ser conferido a no blog:

<https://rspidr.blogspot.com/>