

	Data	Signatures	
Author:	27/03/2020		Title: <b>Descritivo Simplificado Projeto EAR Preliminar</b>
Verif.:			
Aprov.:			

## 1. Escopo

O objetivo deste documento é apresentar o projeto EAR de forma simplificada. Este projeto nasceu no grupo internacional CoVid19 e se trata de um sistema **INVASIVO** que utiliza um **AMBU** somente para propulsão do ar para o paciente, ou seja utiliza somente a estrutura mecânica do AMBU. O sistema permite controle da compressão do AMBU, permitindo variação da quantidade de ar inspirado, quanto da pressão máxima aplicada, frequência de operação e outros parâmetros, programáveis por potenciômetros. O projeto está sendo realizado para atender aos requisitos do projeto do MIT E-Vent – “Key Ventilation Specifications”

O projeto EAR vai disponibilizar de forma aberta tudo o que é necessário para obter e construir os componentes necessários para ter um sistema operacional, utilizando componentes de fácil obtenção ou construção. Um exemplo é a utilização de motores de vidros de carros de passeio, que já se comprovaram excelentes para comprimir os AMBUs.

Estão previstas ampliações de escopo do projeto para suportar respiração assistida, Somente para os pacientes em fase de recuperação. A eletrônica do projeto EAR já contempla expansões para esta função e outras. Este projeto pode ser alterado a qualquer momento, sem aviso prévio.

**Disclaimer:** não assumimos nenhuma responsabilidade sobre qualquer dispositivo construído a partir das informações deste documento e orientamos para que os dispositivos sejam projetados na estrita observância às normas locais, que sigam as recomendações de especialistas e que sejam homologados pelas agências reguladoras em todas as fases.

## 2. Controle do Documento

- 21/03/2020: Emissão R00 – Português BR

- 22/03/2020: Release R01 – English

- added slight helmet pressure for PEEP effect
- added decontamination possibilities
- added adult model in AMBU type

- 23/03/2020: Emissão R02 - – Português BR

- adicionadas melhorias da R01 em inglês
  - adicionada caracterização do EAR como um produto que utiliza somente a mecânica do AMBU
  - adicionada descrição de alguns dos parâmetros controlados
  - adicionada reversão de motor para possibilitar controle da quantidade de ar
  - adicionada alimentação por fonte DC
-

- explicitada capacidade de expansão para respiração assistida
- explicitada necessidade de reversão do motor

-23/03/2020: Emissão R03 – Português BR

- explicitada que se trata de uma técnica INVASIVA e que o AMBU é um componente mecânico apenas de um sistema de respiração controlada
- revisto e explicitado o escopo para facilitar o entendimento do projeto
- removido nome do autor, porque se trata de um projeto coletivo e colaborativo

-26/03/2020: Emissão R04 – Português BR

- definição de componentes adicionais
- melhorado o desenho (by Suzuki)
- adicionado aderência aos requisitos E-Vent
- detalhado funcionamento do processo
- adicionado Disclaimer

### 3. Referências

- Open Source COVID19 Medical Supplies facebook:  
<https://www.facebook.com/groups/670932227050506/>
- COVID-19 Air BRASIL - Fast production of assisted ventilation devices  
<https://www.facebook.com/groups/235476464265909/>
- RDSV200320 Emergency Automatic Respirator Specification R00 – Preliminary
- RDSV200322 EAR Hardware Proposition Draft R00 – PTBR
- MIT E-Vent – “Key Ventilation Specifications”

### 4. Descritivo Simplificado do Projeto

Existem várias soluções de automação de AMBU, porque mais uma? A razão é simples: todas as automações de AMBU foram baseadas em materiais de disponibilidade em centros de pesquisa, não em municípios de menor renda. Sim, os 60% de municípios brasileiros que não dispõem de ventilador mecânico provavelmente não disporão dos insumos para produzi-los ou mantê-los neste primeiro momento.

O foco então se trata de um equipamento para regiões sem recursos, principalmente em países emergentes. Trata-se então do já difundido conceito de ter uma mão mecânica para apertar um AMBU. **Atenção: houve alteração no modo de acionamento em relação a especificação original que era pneumática porque ar comprimido não está disponível em muitos locais de saúde.**

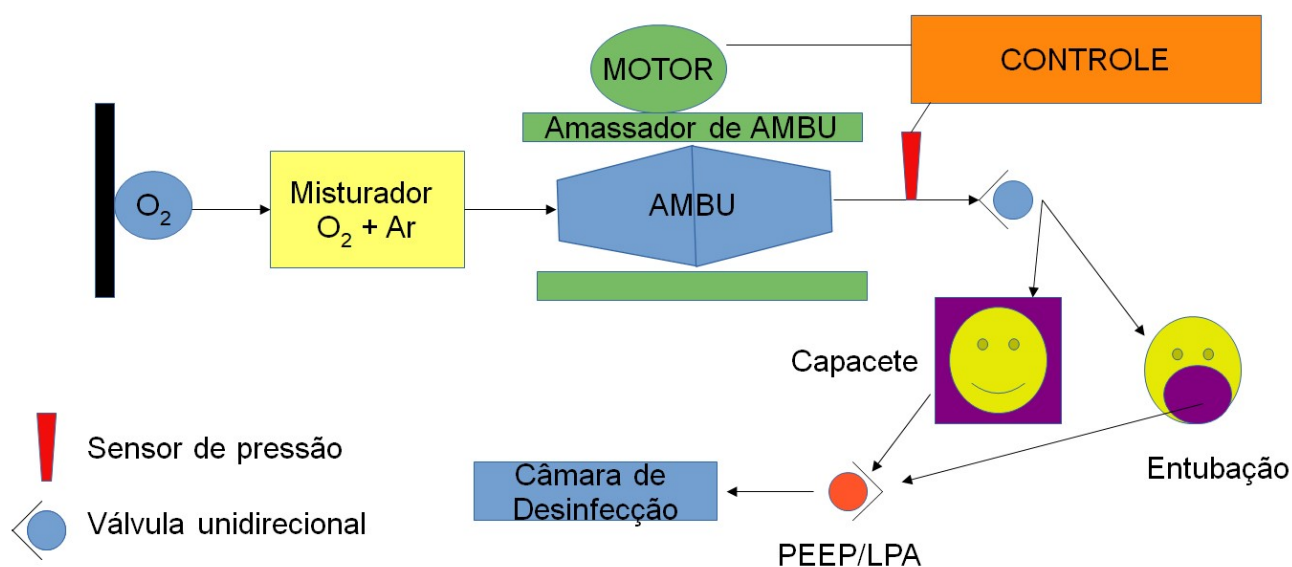
Esta mão mecânica é composta de um mecanismo de compressão mecânico movido por um motor de máquinas de vidro de automóveis, que já conhecemos e utilizamos em escala em produtos. Conhecemos os modos de falha do motor e os estamos tratando. **O motor de vidros tem mecânica adequada para suportar reversões em cada ciclo, necessárias para o controle da quantidade de ar e da pressão aplicada ao paciente.**

---

Para o controle do sistema foi desenvolvida uma placa de controle que pode ser montada e construída por qualquer pessoa que fabrique artesanalmente equipamentos eletrônicos, a **ECU EAR**. A placa de circuito impresso está sendo projetada como face simples, para que possa ser produzida até por processos artesanais. Para alteração dos parâmetros, esta placa tem controles por potenciômetros para permitir uso fácil pelos profissionais de saúde. O microcontrolador é um Arduino, **similar ao da solução do MIT**, que tem a maior base de desenvolvedores no mundo. Esta placa tem várias proteções, inclusive contra curto-circuito no motor, que entra em curto após uso prolongado. Esta placa também controla a velocidade do motor, definindo a pressão aplicada no AMBU. O uso do motor é reversível, para possibilitar o controle de deslocamento de compressão do AMBU, permitindo a variação do ar inspirado, ou volume tidal. A placa também possui várias entradas e saídas para acionamento direto de relés e leitura de sensores NPN.

Requisitos básicos a serem atendidos, de acordo com: MIT-KVS: Key Ventilation Specification do MIT

- BPM (respirações por minuto):
  - MIT-KVS: 8-30BPM
- Volume Tydal - quantidade de ar a ser administrado ao paciente:
  - MIT-KVS: 200-800ml baseado no peso do paciente
- I/E ratio (relação tempo de inspiração / tempo de expiração):
  - MIT-KVS: começar entre 1:2, melhor se ajustável entre 1:1 e 1:4
- Pressão máxima:
  - limitada a 40cm H<sub>2</sub>O em qualquer condição, recomendada válvula passiva de alívio fixa em 40cm H<sub>2</sub>O
  - pressão de platô limitada a, no máximo, 30 cmH<sub>2</sub>O
  - PEEP é necessário de 5-15 cm de H<sub>2</sub>O, muitos pacientes precisam 10-15 cm de H<sub>2</sub>O



Esboço do sistema EAR, desenho by Suzuki

O processo controlado pode ser implementado da seguinte forma:

1 - Mistura por válvulas mecânicas especializadas ou eletroválvulas pneumáticas a partir de duas fontes: O2 comprimido e ar comprimido. A mistura pode ser controlada pela ECU

2 – Compressão da **Bolsa de AMBU ADULTO por um mecanismo motorizado com reversão**. O controle de volume Tydal é realizado mediante controle de curso e a pressão máxima é realizada por controle da velocidade do motor. Estamos trabalhando em conjunto com desenvolvedores para termos bolsas para reposição, pois prevemos que estourem pelo uso contínuo. Em caso de rompimento de bolsa, quebra de motor ou dano de algum componente mecânico todo o conjunto compressor de AMBU pode ser substituído em menos de 5 segundos.

**3 – Acoplamento ao paciente, método não invasivo: usa máscara de AMBU com válvula unidirecional adicional para evitar retorno ao AMBU do ar contaminado** e encaminha para uma câmara descontaminante o ar expirado pelo paciente. Controle de Peep mandatório. Capacete com pressão negativa se disponível. Respiração assistida prevista no escopo do projeto.

**4 – Acoplamento ao paciente – método invasivo:** nesta etapa está prevista ventilação não assistida com uso de mangueira intratraqueal em pacientes sedados. Haverá monitoração de pressão positiva com alerta para detecção de expiração conflitante pelo paciente.

Utilizamos máscara de AMBU com mangueira e válvula para evitar retorno ao AMBU do ar contaminado e que encaminhe para uma câmara descontaminante o ar expirado pelo paciente. Peep mandatório. Capacete com pressão negativa se disponível.

## 5 - Controle de PEEP

Haverá **controle de PEEP por filtro de barreira HEPA ou similar**, associado ou não a uma restrição mecânica para controle de pressão de PEEP. Caso não existe filtro de barreira, será mandatória exaustão ou câmara de descontaminação.

Obs: haverá um medidor permanente de pressão de PEEP, mecânico ou eletrônico.

## 6 - Exaustão do ar contaminado

Esta etapa será mandatória se o ar expirado pelo paciente não passar por filtro de barreira. Podem ser aplicadas as soluções abaixo isoladamente ou em conjunto.

- **Passagem forçada por descontaminantes químicos ou mecânicos.** Podem ser utilizadas soluções com sabão, que aderem às gorduras do Covid19, ou água sanitária (fonte abundante de hipoclorito de sódio ou cálcio) em concentrações adequadas.

- **Aquecedores por queima.** Para submeter o vírus a altas temperaturas. Podem ser utilizadas serpentinas para aquecimento de água onde o ar passaria dentro, usar o ar expirado em chaminés com queima de madeira ou gás, junkers, etc

- **Irradiação UV:** o Covid19 poderia ser submetido a UV de alta intensidade. Seria necessário um tempo de exposição de muitos minutos mesmo com fontes de alta intensidade

---

Todo o setup acima pode ser alimentado por baterias automotivas carregadas pela rede AC, para prover energia mesmo que caia a rede AC **ou por uma fonte DC de 12V, 30 ampéres ou maior, destas utilizadas para alimentar iluminação de Leds**, encontráveis em casas de eletrônica ou iluminação.

---