



Data do relatório: 09/09/2020

# RELATÓRIO EXECUTIVO DO PROJETO

Nome do projeto	Respire - Desenvolvimento colaborativo de um protótipo de ventilador mecânico de rápida manufatura			
Participante(s)	FAPDF, FINATEC, UnB			
Coordenador	DANIEL MAURICIO MUNOZ ARBOLETA	Instrumento jurídico	TOA nº 193-00000526-2020-95	Nº SEI
Demanda(s)	FAPDF	Vigência do projeto	3 meses	
Valor do projeto	R\$81.630,00	Data assinatura	08/06/2020	Data fim (previsão)
				05/11/2020

## RESUMO DO PROJETO

Objeto	Construção de um protótipo funcional de um ventilador mecânico baseado na automação de reanimador manual AMBU, de forma que um volume corrente possa ser configurado obtendo na saída um fluxo de ar regulado por pressão. O protótipo deve ser de hardware e software aberto e de baixo custo, permitindo que outras instituições e/ou empresas possam replicar o protótipo com facilidade.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> <li>M1- Levantamento de especificações técnicas e requisitos regulatórios</li> <li>M2- Projeto Eletromecânico</li> <li>M3- Fabricação incremental dos protótipos</li> <li>M4- Testes em bancada</li> <li>M5- Sistema de monitoramento e alarmes</li> <li>M6- Integração dos subsistemas</li> <li>M7- Disponibilização tecnológica e prospecção de empresas</li> </ul>

## Indicadores de Desempenho (KPIs)

	NOK	ATENÇÃO	OK
Orçamento			X
Cronograma			X
Governança			X
Escopo			X
Time / pessoas			X
Gestão de riscos			X
Comunicação		X	

Principais etapas programadas	Data Prevista	Estágio atual	Status
<b>Meta 1: Levantamento de especificações técnicas e requisitos regulatórios</b>	<b>05/09/2020</b>	<b>100% realizada</b>	<b>Concluído</b>
Etapa 1.1: Elaboração de documento com levantamento dos requisitos regulatórios aplicáveis.	05/09/2020	Elaborado a partir dos requisitos observados na RDC 386 de 2020 da Anvisa.	Concluído
Etapa 1.2: Elaboração de documento com levantamento dos requisitos técnicos a serem atendidos.	05/09/2020	Elaborado a partir dos requisitos observados na RDC 386 de 2020 da Anvisa.	Concluído
<b>Meta 2: Projeto eletromecânico</b>	<b>05/09/2020</b>	<b>90% realizada</b>	<b>Em andamento</b>
2.1 Projeto CAD do ventilador mecânico	05/09/2020		Concluído
2.2 Documento com especificação do projeto mecânico	05/09/2020		Em andamento
2.3 Documento com especificação do projeto eletroeletrônico	05/09/2020		Em andamento
<b>Meta 3: Fabricação incremental dos protótipos</b>	<b>05/10/2020</b>	<b>50% realizada</b>	<b>Em andamento</b>
3.1 Aquisição de componentes eletromecânicos	05/09/2020	A compra de componentes esta sendo realizada. Alguns componentes do circuito respiratório são escassos no mercado nacional.	Em andamento
3.2 Construção do protótipo prova de conceito em MDF e impressão 3D	05/09/2020		Concluído
3.3 Primeiro refinamento do conjunto eletromecânico	05/09/2020	Foram feitos refinamentos mecânicos, melhorando aspectos de impressão 3D da engrenagem e cremalheira. Foi feito um refinamento mecânico do sistema com fuso.	Concluído
3.4 Construção dos protótipos em acrílico	05/10/2020	CADs estão prontos, falta adquirir chapa de acrílico	Em andamento
3.5 Segundo refinamento do conjunto eletromecânico	05/10/2020		Em andamento
3.6 Adaptação do laboratório de fabricação e da máquina de injeção de plástico	05/10/2020	Empresas do setor foram consultadas. Processo de contratação esta sendo realizado.	Em andamento
3.7 Usinagem e construção de moldes para injeção de plástico	05/10/2020		Não iniciado
3.8 Construção do protótipo final em máquina de injeção de plástico	05/11/2020		Não iniciado
<b>Meta 4: Testes em bancada</b>	<b>05/11/2020</b>	<b>20% realizado</b>	<b>Em andamento</b>
4.1 Preparação do laboratório de simulação realística	05/09/2020	Foi feita uma visita ao laboratório da Uniceplac e foi constatado que o simulador precisa de um software adicional, mas pode ser criada uma resistência pulmonar manualmente usando um manequim.	Concluído
4.2 Realização das provas e testes em bancada com os protótipos	05/10/2020	Foi feito um teste inicial de verificação do circuito respiratório, porém sem acionar o ventilador.	Não iniciado
4.3 Elaboração de manual de uso do protótipo	05/11/2020		Não iniciado
<b>Meta 5: Sistema de monitoramento e alarmes</b>	<b>23/10/2020</b>	<b>30% realizado</b>	<b>Em andamento</b>
5.1 Documento com especificação do sistema de monitoramento e alarmes	05/09/2020		Concluído
5.2 Projeto eletrônico	05/09/2020	Foi feita a primeira versão e os ajustes da primeira iteração foram realizados	Concluído
5.3 Aquisição de sensores e componentes diversos	05/09/2020		Em andamento
5.4 Fabricação das placas de circuito impresso	16/10/2020	Foi construído um primeiro protótipo com aquisição de componentes adquiridos com recursos próprios	Em andamento
5.5 Ensaios em bancada	05/10/2020	Só poderá iniciar após conclusão de 5.4	Não iniciado
5.6 Ensaios em bancada usando o simulador realístico	23/10/2020	Só poderá iniciar após conclusão de 5.4	Não iniciado
<b>Meta 6: Integração dos subsistemas</b>	<b>05/11/2020</b>	<b>10% realizado</b>	<b>Em andamento</b>
6.1 Primeira integração do conjunto eletromecânico e do sistema de monitoramento e alarmes	05/09/2020	Integração realizada a nível conceitual e verificação a partir de simulação. Falta integração física	Em andamento
6.2 Testes em bancada	05/10/2020		Não iniciado
6.3 Segunda integração do conjunto eletromecânico e do sistema de monitoramento e alarmes	19/10/2020		Não iniciado
6.4 Testes em bancada e testes no simulador realístico	23/10/2020		Não iniciado
<b>Meta 7: Disponibilização e prospecção de empresas</b>	<b>05/11/2020</b>	<b>15% realizado</b>	<b>Em andamento</b>

7.1 Elaboração de vídeo-tutoriais sobre uso equipamentos comerciais de ventilação mecânica	05/11/2020	Será realizado um videotutorial sobre a manipulação do prototipo de ventilador em construção.	Não iniciado
7.2 Prospecção de empresas	23/10/2020	Iniciado, porém foi detectado que não tem empresas que atuem no setor de construção de ventiladores pulmonares no DF.	Em andamento
7.3 Disponibilização tecnológica	05/11/2020	Atualmente estão prontos o relatório de requisitos e especificações técnicas. Esta em confecção os relatórios técnicos do projeto eletromecânico e eletrônico.	Não iniciado
7.4 Documentação do avanço do projeto	23/10/2020		Em andamento
7.5 Elaboração de relatório técnico final	05/11/2020		Não iniciado

Pontos de atenção	Nível risco	Resolução / Providência	Responsável
Dificuldade de aquisição de válvulas HPFE e PEEP e dos conectores do circuito respiratório. Além da dificuldade de entrar os componentes, o preço está muito acima do praticado no início da pandemia.	Forte	Busca de novos fornecedores da válvula HPFE e PEEP. Aquisição de válvula PEEP mais economica, porém sem conector ao Ambu.	Prof. Daniel Muñoz, Finatec.
Dificuldade de aquisição de componentes eletrônicos	Forte	Fabricação própria dos conectores.	Mario Pastrana e Tiago dos Santos
Dificuldade de aquisição de componentes eletrônicos	Médio	Reformulação do projeto eletrônico em função dos componentes de fácil aquisição no mercado nacional	Prof. Guillermo Bestard e Alan Muller

PRINCIPAIS AÇÕES REALIZADAS (PERÍODO ANTERIOR)	Mês/Ano
	ago/20

Desde o início do projeto até o primeiro mês de execução foram realizadas atividades em todas as frentes de trabalho. A meta 1, que consiste no mapeamento de requisitos e levantamento das especificações técnicas, foi realizada em sua integridade. Um documento contendo o mapeamento de requisitos em especificações foi realizado. A meta 2, que consiste na solução eletromecânica, foi realizada a partir de cálculos de torque e velocidade e duas soluções foram propostas e projetadas no software de CAD (computer aided design). A primeira solução esta baseada no sistema de cremalheira e engranagem e a segunda baseada em um sistema de fuso. A primeira solução passou por aprimoramentos iterativos do sistema mecânico permitindo ajustar a velocidade e torque exercido sobre o Ambu. A segunda solução foi realizada no CAD e sua versão inicial foi construída pelos colaboradores do IFB Taguatinga. Uma segunda versão com ajustes foi realizada no CAD e deverá ser construída em acrílico. A meta 3, sobre a fabricação incremental dos protótipos, foi realizada com a primeira solução usando MDF e impressão 3D. Espera-se construir uma versão em acrílico no seguinte mês de atividades. A meta 4, que consiste nos testes em bancada, foi realizada com o primeiro prototipo usando um motor a passo Nema 17 com 1.5 Kgf-cm (sem o sistema de monitoramento). Nos testes foi verificado que, quando o ventilador precisa vencer uma alta resistência (para isso foi fechada a saída do circuito simulando uma resistência pulmonar), o torque do motor não é suficiente, podendo perder passos. No teste de bancada ainda foi verificada a necessidade de fixar o Ambu nas suas extremidades, evitando o seu movimento durante a ventilação. Como conclusão do teste foi necessário aumentar o torque do motor e melhorar o ajuste de velocidade, motivo pelo qual foi solicitada a aquisição de um motor a passo Nema 23 e um motor DC para experimentação posterior. A maior parte da equipe esta concentrada na meta 5 que consiste no desenvolvimento do sistema de monitoramento e alarmes. Foram projetados todos os circuitos eletrônicos de aquisição, filtragem e amplificação de sinais, assim como do sistema de processamento digital de sinais, entrada de dados e saída de dados. Os circuitos de aquisição de sinais foram projetados para medir grandezas de pressão e fluxo respiratório usando, respectivamente, um sensor de pressão diferencial MPX10 e um sensor de fluxo por perda de calor de marca Draeger. Foi verificado que no mercado nacional os sensores de fluxo ficam escassos e os preços praticados hoje em dia são muito superiores aos preços praticados no início da pandemia. Isso difulta a escalabilidade da solução, motivo pelo qual foi necessário abrir mais uma frente de trabalho e estimar fluxo a partir de medidas de pressão usando a técnica de Tubo de Venturi. As placas de circuito impresso do protótipo foram construídas e testes de bancada foram conduzidos isoladamente para verificar se é possível aferir pressão e fluxo. Nas metas 6 e 7, que consistem na integração de subsistemas e de divulgação e disponibilização tecnológica, algumas atividades foram iniciadas conforme esperado no cronograma de atividades. Espera-se avançar nestas atividades nos próximos dois meses de trabalho da equipe.

PRINCIPAIS AÇÕES PLANEJADAS (PRÓXIMO PERÍODO)	Mês/Ano
	set/20

A seguir se apresentam as principais tarefas a serem executadas no segundo mês de atividades. Meta 3.4 e 3.5 - Fabricação em acrílico dos dois sistemas de acionamento: espera-se integrar o motores a passo Nema 23 e o motor DC. Meta 3.7 - Adaptação do laboratório de fabricação e da máquina de injeção de plástico: espera-se finalizar o processo de contratação da empresa que irá executar os serviços de instalação da linha hidráulica, pneumática e elétrica da máquina injetora de plástico da FGA/UnB. Meta 3.8 - Preparação de moldes para injeção de componentes em plástico: espera-se como prova de conceito fabricar os moldes dos conectores do circuito ventilatório. Meta 4.2 - Realização das provas e testes em bancada com os protótipos: espera-se conduzir experimentos em bancada para testar os dois protótipos produzidos e tomar a decisão de qual sistema é mais apropriado para uso no ventilador mecânico. As provas serão realizadas considerando resistência à saída de ar de 25%, 50% e 75%, verificando se o Ambu é acionado totalmente, a velocidade máxima de acionamento e o consumo de corrente. Metas 5.4 e 5.5 - Fabricação das placas de circuito impresso e ensaios em bancada com o sistema de monitoramento: espera-se finalizar a aquisição dos componentes dos circuitos eletrônicos, realizar a fabricação das placas com componentes SMD e testar em bancada as placas, verificando se o sinal de entrada de pressão e fluxo estão dentro da faixa de valores esperada. Espera-se usar o sistema de processamento de dados para imprimir valores de pressão máxima, pressão de PEEP, fluxo mínimo, fluxo máximo, entre outras variáveis de interesse. Meta 6.2 e 6.3 - Integração e testes em bancada: espera-se integrar o sistema mecânico ao sistema de monitoramento e alarmes, identificar possíveis modos de falha e corrigir via software e/ou hardware os problemas identificados. Meta 7 - Documentação: espera-se realizar uma documentação constante do avanço do projeto, reportando resultados alcançados em cada ensaio de bancada, ajustes e análises de dados.

### INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA STAKEHOLDERS

Devido à dificuldade de aquisição de alguns componentes do circuito respiratório e dos sensores de fluxo e medição de oxigênio, algumas mudanças de rota precisaram ser tomadas: a) Foi iniciada a substituição do sistema de aferição de fluxo respiratório baseado em perda de calor por uma solução baseada em medição de pressão em um tubo de Venturi. Embora o circuito eletrônico de condicionamento do sinal do sensor de fluxo já foi testado em bancada, esta mudança de rota foi necessária visando a escalabilidade da solução em um possível cenário de precisar a construção em massa de ventiladores emergenciais. A equipe de monitoramento e alarmes realizará experimentos que permitam concluir a resolução do sistema de medição de fluxo baseado em medidas de pressão. b) Existe a possibilidade de atraso na contratação da empresa de instalação da linha pneumática, hidráulica e elétrica da máquina injetora de plástico e, conseqüentemente, na execução das atividades relacionadas. Nesse cenário, as metas relacionadas com impressão em plástico de componentes do ventilador estarão comprometidas. Contudo, espera-se pelo menos demonstrar que a máquina de injeção de plástico estará pronta até o final do projeto, ficando a disposição para posterior uso em caso de necessidade de manufatura rápida de componentes do ventilador mecânico.