



Implantação de telemedicina de terapia intensiva durante a pandemia de COVID-19

Bruno Rocha de Macedo¹, Marcos Vinicius Fernandes Garcia¹, Michelle Louvaes Garcia¹, Marcia Volpe^{1,2}, Mayson Laércio de Araújo Sousa¹, Talita Freitas Amaral¹, Marco Antônio Gutierrez¹, Antonio Pires Barbosa¹, Paula Gobi Scudeller¹, Pedro Caruso¹, Carlos Roberto Ribeiro Carvalho¹

Tabela S1. Características dos hospitais participantes do programa de telemedicina de UTI coordenado pelo Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-HCFMUSP).

Hospital	Natureza	Número de leitos de UTI	Município	Distância até o serviço de telemedicina de UTI no InCor-HCFMUSP, km
H1	Público	60	São Paulo	11
H2	Público	62	São Paulo	11
H3	Público	36	São Paulo	7
H4	Público	50	Osasco	14
H5	Público	37	Guarulhos	19
H6	Público	40	Santos	84
H7	Público	35	São Paulo	13
H8	Público	40	São Paulo	10
H9	Público	40	São Paulo	16
H10	Público	32	Itaquaquecetuba	37
H11	Público	14	Francisco Morato	38
H12	Público	42	São Paulo	17
H13	Público	58	Guarulhos	25
H14	Público	25	Itapevi	34
H15	Público	60	Presidente Prudente	552
H16	Público	42	Piracicaba	160
H17	Público	16	Assis	428
H18	Público	10	Mirandópolis	589
H19	Público	55	Franca	400
H20	Público	19	Jales	588

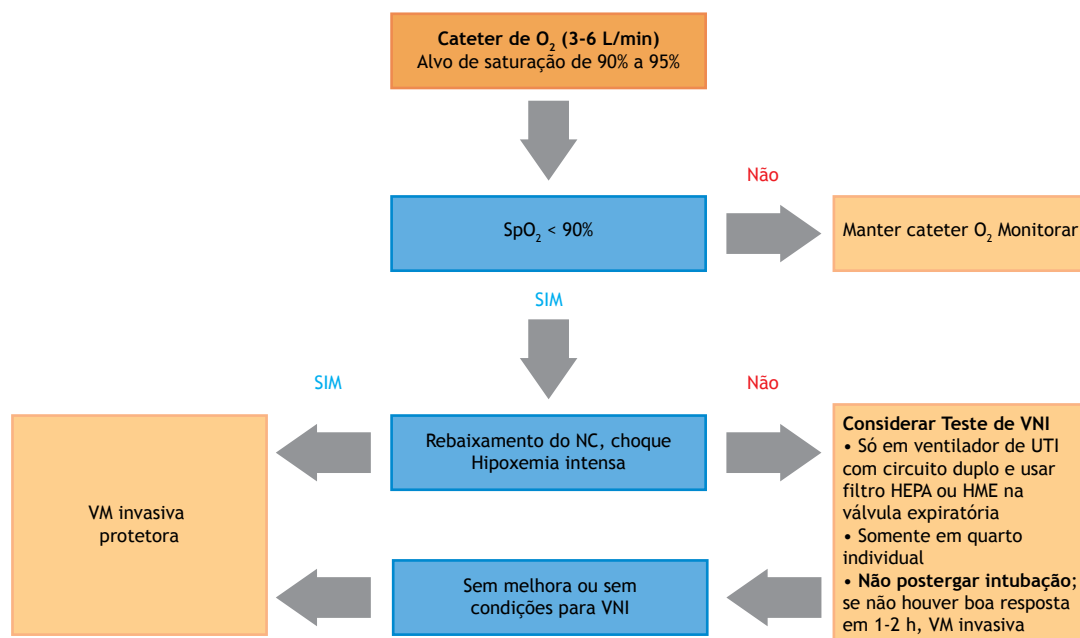
InCor-HCFMUSP: Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Tabela S2. Parâmetros da ventilação mecânica invasiva após a realização de discussões por telemedicina de UTI, demonstrando que o objetivo da implantação de uma estratégia protetora de ventilação mecânica (baixos valores de V_T , de pressão de distensão e de pressão de platô) foi adequadamente atingido.^a

Variáveis	Pacientes em VMI (n = 278)
Parâmetros de VMI no D1	
Complacência, mL/cmH ₂ O	30 (25-37)
V_T por peso ideal predito, mL/kg	6,1 (5,6-6,9)
Pressão de platô, cmH ₂ O	25 (21-28)
Pressão de distensão, cmH ₂ O	13 (11-15)
PEEP, cmH ₂ O	12 (10-14)
FI _{O₂} , %	60 (40-80)
PaO ₂ /FI _{O₂}	148 (104-223)
Parâmetros de VMI no D2	
V_T por peso ideal predito, mL/kg	6,1 (5,6-6,8)
Pressão de platô, cmH ₂ O	24 (21-28)
Pressão de distensão, cmH ₂ O	12 (10-14)
Parâmetros de VMI no D3	
V_T por peso ideal predito, mL/kg	6,2 (5,7-6,8)
Pressão de platô, cmH ₂ O	24 (20-26)
Pressão de distensão, cmH ₂ O	12 (10-14)

VMI: ventilação mecânica invasiva; D1: primeiro dia de discussão; D2: segundo dia de discussão; e D3: terceiro dia de discussão. ^aValores expressos em mediana (IIQ).

PROTOCOLO DE ATENDIMENTO DE PACIENTES COM COVID-19

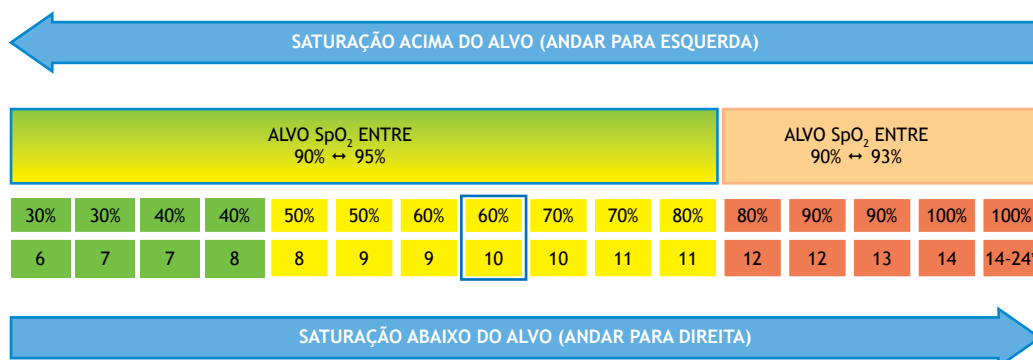


Quadro S1. Fluxograma para oxigenoterapia e suporte ventilatório na insuficiência respiratória. NC: nível de consciência; VM: ventilação mecânica; VNI: ventilação não invasiva; HEPA: *high efficiency particulate air*; e HME: *heat and moisture exchanger*.

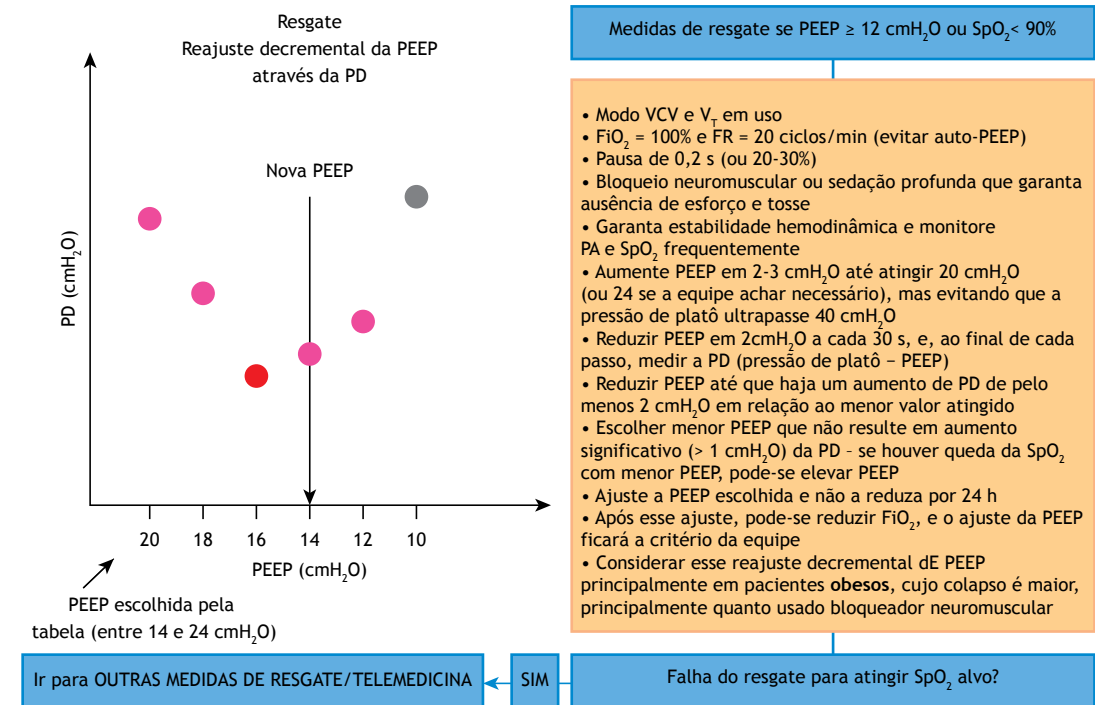
- Modo VCV inicialmente (pode mudar para PCV se o ventilador estiver disparando)
- $V_T = 6$ mL/kg de peso ideal (vide tabela à direita)
- Ajustar fluxo 30-60 L/min (se possível onda Δ)
- $FiO_2 = 60\%$ e PEEP = 10 cmH₂O
- FR = 25 ciclos/min (verificar presença de auto-PEEP na curva de fluxo)
- Pressão de distensão < 16 cmH₂O preferencialmente (reduzir V_T se necessário)
- Bloqueio neuromuscular se $V_T > 6$ mL/kg ou paciente “brigando com o ventilador” ou VMI > 12 L/min (avaliar diariamente a possibilidade de suspensão)
- Conforme SpO_2 , ajustar PEEP e FiO_2 (vide abaixo) a cada 30-60 s até atingir o alvo de SpO_2
- SpO_2 no alvo: coletar gasometria de controle após 30 min
- Se pH < 7,15, considerar incremento da FR até 35 ciclos/min ou do V_T se pressão de distensão < 16 cmH₂O
- Avaliar se SpO_2 está no alvo a cada 2-6 h
- Evitar reduzir PEEP nas primeiras 12-24 h
- Nos dias seguintes, ajustar parâmetros conforme tabela e avaliar condição de desmame da VMI

Homens		Mulheres	
Altura (cm)	$V_T = 6$ (mL/kg)	Altura (cm)	$V_T = 6$ (mL/kg)
140	230	140	205
145	260	145	235
150	290	150	260
155	315	155	290
160	340	160	315
165	370	165	340
170	400	170	370
175	425	175	400
180	450	180	425
185	480	185	450
190	505	190	480
195	535	195	510
200	560	200	530

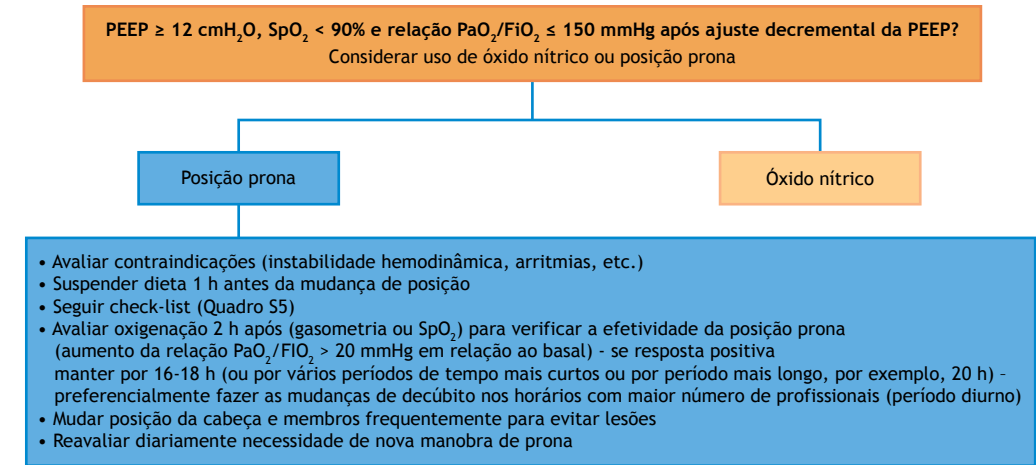
Fonte: Protocolo COVEM



Quadro S2. Ajustes iniciais de estratégia protetora de ventilação mecânica. VCV: *volume-controlled ventilation* (ventilação controlada por volume); PCV: *pressure-controlled ventilation* (ventilação controlada por pressão); e VMI: ventilação mecânica invasiva.



Quadro S3. Manobras de resgate se FiO₂ ≥ 80% ou PEEP ≥ 12 mmHg. VCV: *volume-controlled ventilation* (ventilação controlada por volume); PA: pressão arterial; e PD: pressão de distensão.



Quadro S4. Manobras de resgate após ajuste decremental de PEEP.

CHECK-LIST POSIÇÃO PRONA - SDRA:

Data e hora início da manobra de pronação: __/__/__ __:__:__

Data e hora de início de supinação: __/__/__ __:__:__

Etapas Antes da Manobra

- () Avaliar indicação e contraindicações com equipe.
- Contraindicações relativas: instabilidade hemodinâmica, gestação 2-3o trimestre, politrauma e instabilidade da coluna
- () Equipe suficiente (no mínimo 5 pessoas, com médico, enfermeiro e fisioterapeuta) e material preparado (coxins, colchão).
- Coxins: torácico, quadril, pernas e um em formato circular na cabeça
- () A equipe deve avaliar se há necessidade de procedimentos previamente à manobra de prona (TC, procedimentos invasivos, etc.) e realizá-los antes da pronação.
- () Realizar lubrificação dos olhos e higiene bucal.
- () Garantir estabilização clínica hemodinâmica.
- () Deixar material de via aérea disponível para intercorrências.
- () Verificar a posição do tubo na radiografia. Realize fixação adequada. A desconexão do ventilador pode levar ao desrecrutamento e piora de oxigenação. Realizar aspiração endotraqueal previamente ao procedimento e colocar em sistema de aspiração fechada.
- () Verificar a fixação de todos os dispositivos (acesso central, PAI). Caso o paciente não possua cateter venoso central e/ou PAI >> realize o procedimento. Soltar a fixação de sonda vesical por risco de lesão.
- () Testar mobilidade cervical.
- () Suspende dieta enteral, idealmente 1 h antes do procedimento.
- () Realizar a proteção das proeminências ósseas sempre com placa de hidrocoloide fina. O uso de coxins deve ser decidido individualmente.
- () Reunir a equipe e decidir o roteiro da manobra. Todos os membros da equipe devem saber seus papéis e como desempenharão a atividade. Um médico ficará na via aérea e deve estar pronto para reintubar se necessário.

Etapas Durante a Manobra

- () Imediatamente antes da manobra - $FiO_2 = 100\%$, aprofundar sedação se necessário.
- () Posicionar cateteres/vias de infusão (da cintura para cima -> saída pela cabeça // da cintura para baixo -> saída entre as pernas. Se houver drenagem torácica, o tubo coletor deve passar para o lado em que o paciente ficará.
- () Colocar o paciente em decúbito dorsal horizontal.
- () Cama sempre à frente de quem comandará o procedimento e assegurar a fixação do tubo e da cabeça.
- () Retirar qualquer material que potencialmente possa causar lesão (eletrodos, dobras de lençol, etc.).
- () Retirar eletrodos da parte anterior e manter somente oximetria como monitorização. Desconectar e ajustar os cabos ligados aos monitores.
- () Realizar a colocação dos lençóis do paciente com 2 lençóis (em cima e em baixo). Realizar a manobra de prona em 3 movimentos -> arraste o paciente para o lado -> mantê-lo a 90° em posição lateral -> girá-lo para prona -> ajustar posição da cabeça para "posição do nadador"

Etapas Após a Manobra

- () Remonitorizar rapidamente; reavaliar tubo e parâmetros da VMI.
- () Verificar novamente proteção de proeminências, pele e coxins.
- () Realizar posição do nadador.
- () Avaliar necessidade de nova aspiração.
- () Manter a cama em Trendelenburg reverso (10° - 20°).
- () Reiniciar dieta após tudo ajustado.

Manutenção -> Meta: 16-18 h em Posição Prona

- () Reposicionar braços e cabeça a cada 2 h.
- () Checar os olhos (não pode haver contato do olho com a superfície).
- () Realizar leve lateralização do corpo do paciente (colocar coxins do mesmo lado em que está o rosto do paciente).
- () Documentar os procedimentos, eventos adversos e horários das ocorrências e dos procedimentos.

Quadro S5. Check-list para a utilização da posição prona na SDRA. PAI: pressão arterial invasiva; e VMI: ventilação mecânica invasiva.

Metas para acidose e hipercapnia

- Meta de pH $\geq 7,25$: se fora do alvo, aumentar FR até 30-35 ciclos/min (tolerar pH até 7,15)
- pH $< 7,15$ e FR > 35 ciclos/min:
 - Tratar acidose metabólica
 - Reduzir espaço morto (retirar extensão de plástico do HME)
 - Aumentar V_T em passos de 1 mL/kg (até o máximo de 8 mL/kg) mesmo que resulte em parâmetros não protetores (isto é, aumento da pressão de distensão)
 - Reduzir a produção de CO_2 (tratar febre e ajustar dieta)
 - Aumentar FR até 40-50 ciclos/min (atenção ao risco de auto-PEEP e barotrauma)

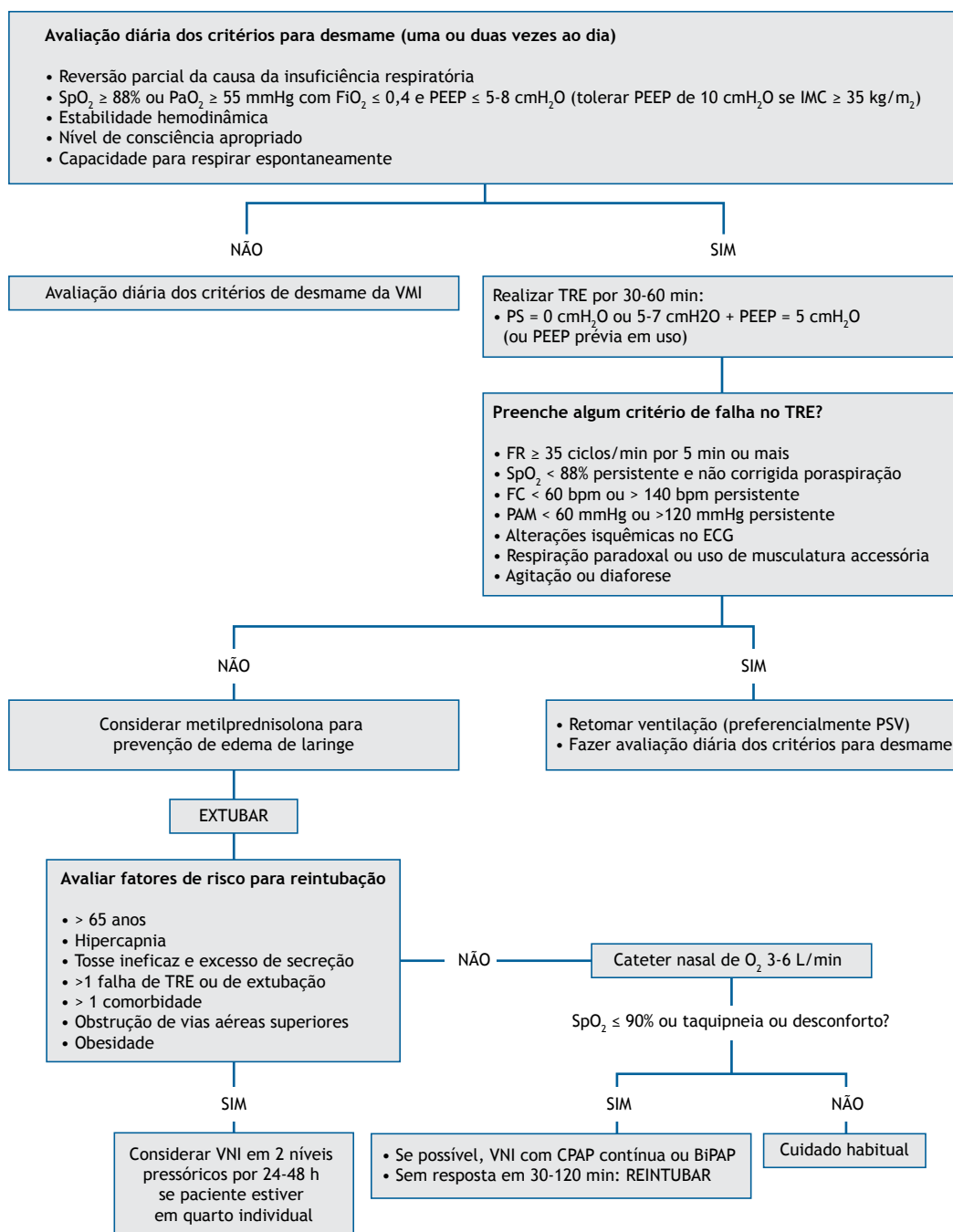
Pressão de distensão > 16 cmH₂O ou pressão de platô > 30 cmH₂O?

- Considerar manobras de recrutamento alveolar e titulação decremental da PEEP
- Considerar posição prona

Hipoxemia ou hipercapnia refratária?

- Considerar manobras de recrutamento alveolar e titulação decremental da PEEP
- Considerar avaliação por time de especialistas de ECMO

Quadro S6. Metas de acidose e hipercapnia e medidas de controle. HME: *heat and moisture exchanger*; e ECMO: *extracorporeal membrane oxygenation* (oxigenação extracorpórea por membrana).



Quadro S7. Protocolo de desmame da ventilação mecânica invasiva. VMI: ventilação mecânica invasiva; TRE: teste de respiração espontânea; PS: pressão de suporte; PAM: pressão arterial média; ECG: eletrocardiograma; PCV: *pressure-controlled ventilation* (ventilação controlada por pressão); e VNI: ventilação não invasiva;

DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA ICONF

Para atender as novas demandas e desafios envolvidos nos serviços de telemedicina de UTI com os hospitais de rede pública, o Instituto do Coração desenvolveu uma plataforma própria, denominada iConf, que inclui os principais recursos de webconferência de um sistema comercial mas sob uma licença de código aberto. A decisão por desenvolver uma plataforma própria teve por objetivo afastar possíveis litígios relacionados a vazamentos de dados pessoais sensíveis, como resultados de exames e diagnósticos de pacientes. Na plataforma iConf, todos os dados registrados nos serviços de telemedicina de UTI ficam armazenados na instituição e não são compartilhados ou manipulados por terceiros, como ocorre com os sistemas comerciais.

Os principais recursos disponíveis no iConf envolvem o compartilhamento de áudio e/ou vídeo, apresentações com funcionalidades estendidas para o uso de um quadro branco, tais como ponteiro, zoom, desenho, chat público/privado, compartilhamento de tela e canal de voz em rede com protocolo Internet (VoIP) integrado por meio do FreeSWITCH (<https://freeswitch.org>) e suporte para apresentação de documentos nos formatos pdf e Microsoft Office. Tais funcionalidades estão disponíveis mediante bibliotecas de domínio público (<https://bigbluebutton.org/>).

O iConf foi desenvolvido utilizando uma interface de usuário padrão HTML5 e com uso do suporte de navegadores da Web (Google Chrome, Firefox, Opera e Safari) para comunicações em tempo real para enviar e/ou receber áudios, vídeos e compartilhamento de tela utilizando o protocolo WebRTC. Além desses recursos, a plataforma iConf também permite a gravação das

sessões de telemedicina para efeitos de auditoria e rastreabilidade, bem como a integração com sistemas de terceiros utilizando uma interface de comunicação padronizada (Figura S1).

Para utilização do iConf basta o compartilhamento da URL definida para a sessão de telemedicina, que pode ser realizado de modo automático, mediante agendamento por sistema externo, como de modo manual pelo próprio operador. A URL definida pode estar associada a uma data, horário, duração e também a um token com seis dígitos. Tanto a URL quanto o token são compartilhados com os envolvidos na discussão; porém, a URL e o token deixam de ter validade quando a data e o horário da discussão forem superados, garantindo segurança de que não serão utilizados em outras discussões.

Para a utilização do iConf, foram desenvolvidas estações de telemedicina com monitores duplos de alta resolução e equipadas com um conjunto de câmera, microfone com cancelamento de eco e dispositivo para reprodução de áudio. As sessões de webconferência entre os profissionais de saúde ocorrem em um dos monitores duplos, enquanto, no outro, são compartilhadas as informações presentes nos prontuários eletrônicos dos hospitais que participam da discussão. Além disso, para o registro de todas as variáveis de interesse, coletadas durante a discussão dos casos clínicos com segurança, seguindo padrões internacionais como o do *Health Insurance Portability and Accountability Act*, as discussões são registradas em arquivos no padrão MPEG-4. Com esse procedimento, havendo a necessidade de revisão de qualquer caso, as discussões estão disponíveis para consulta.

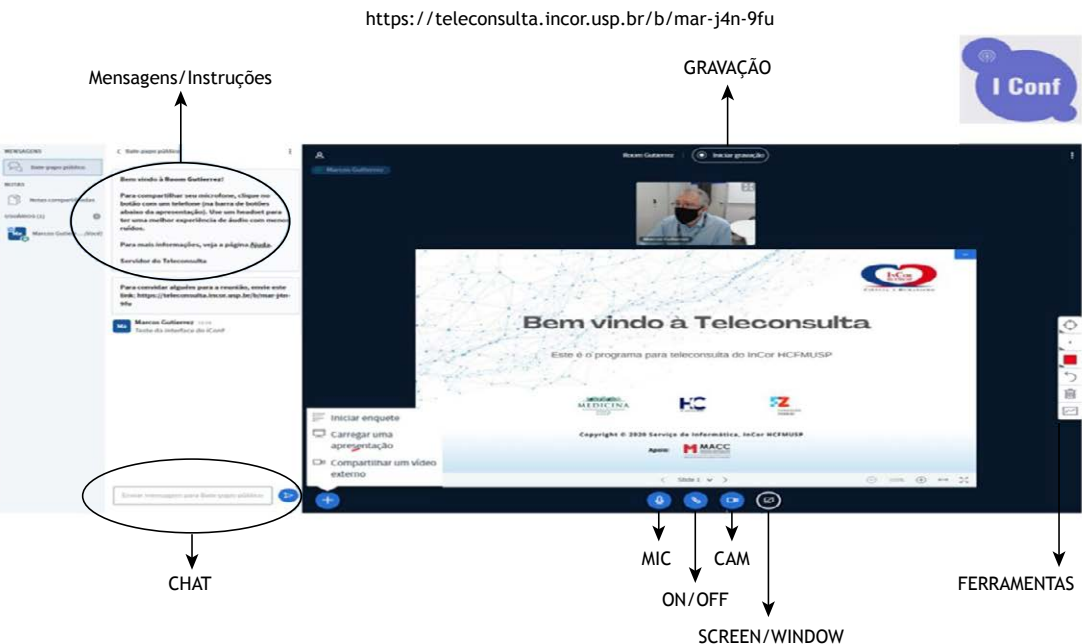


Figura S1. Interface e principais recursos disponíveis no iConf, plataforma para telemedicina de UTI.

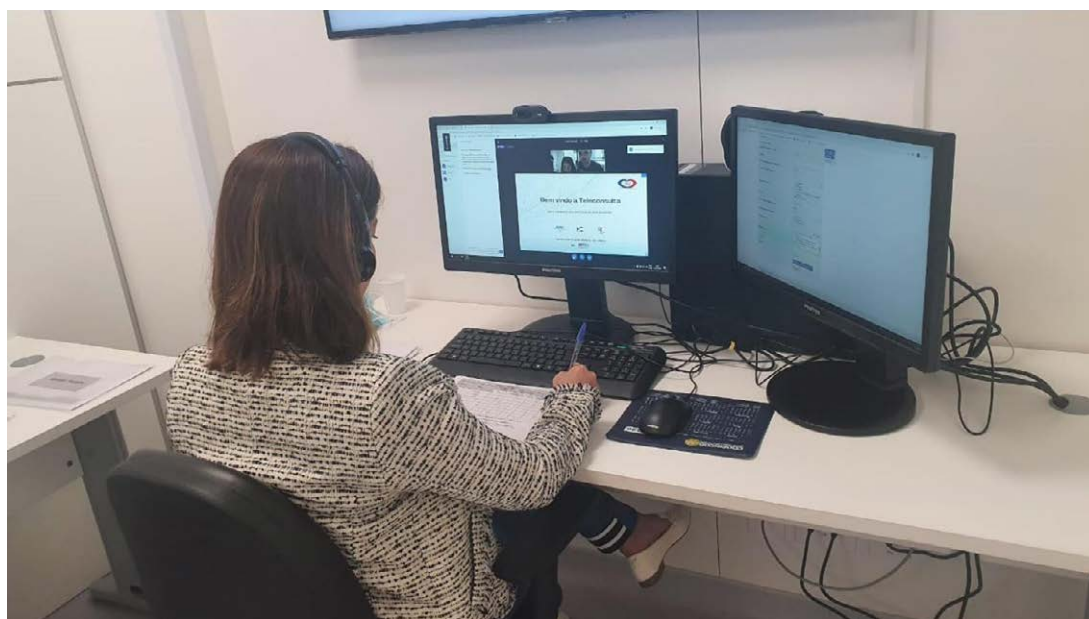


Figura S2. Foto ilustrativa de um teleatendimento.