

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO**

**RENATO MARQUES PRADO JÚNIOR**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA UFU - UFTM**

**TELEMONITORAMENTO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA PELA  
FISIOTERAPIA DOMICILIAR**

**UBERLÂNDIA**

**2022**

**RENATO MARQUES PRADO JÚNIOR**

**TELEMONITORAMENTO DA VENTILAÇÃO MECÂNICA PELA  
FISIOTERAPIA DOMICILIAR**

Defesa de Dissertação  
de Mestrado apresentada  
ao Programa de  
Pós-Graduação em  
Fisioterapia UFU -  
UFTM. Orientador:  
Carlos Fernando Ronchi.  
Co-orientador: Vinicius  
Pafume de Oliveira

**UBERLÂNDIA**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

P896t  
2022 Prado Júnior, Renato Marques, 1995-  
Telemonitoramento da ventilação mecânica pela fisioterapia domiciliar [recurso eletrônico] / Renato Marques Prado Júnior. - 2022.

Orientador: Carlos Fernando Ronchi.

Co-orientador: Vinicius Pafume de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia.  
Programa de Pós-Graduação Multi-Institucional em Fisioterapia (UFTM - UFU).

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.5025>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Fisioterapia. I. Ronchi, Carlos Fernando, 1981-, (Orient.). II. Oliveira, Vinicius Pafume de , 1983-, (Co-orient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação Multi-Institucional em Fisioterapia (UFTM - UFU). IV. Título.

---

CDU: 615.8

André Carlos Francisco  
Bibliotecário - CRB-6/3408



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia  
 Rua Benjamim Constant, 1286 - Bairro Aparecida, Uberlândia-MG, CEP 38400-678  
 Telefone: (34) 3218-2928 - www.faeфи.ufu.br/ppgfisio - secretaria.ppgfisio@faefi.ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Fisioterapia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 34, PPGFISIO				
Data:	09/03/2022	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:30
Matrícula do Discente:	12112FST007				
Nome do Discente:	Renato Marques Prado Júnior				
Título do Trabalho:	Telemonitoramento da ventilação mecânica pela fisioterapia domiciliar				
Área de concentração:	Avaliação e intervenção em fisioterapia				
Linha de pesquisa:	Processos de avaliação e intervenção fisioterapêutica dos sistemas cardiorrespiratório e neuromuscular				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Efeitos da fisioterapia sobre a força e capacidade funcional em portadores de doenças cardiorrespiratórias, sepse, envelhecimento e imobilidade no leito				

Reuniu-se de forma remota através do Serviço de Conferência Web da Rede Nacional de Pesquisa (RNP), a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, assim composta: Professores Doutores: [Angelo Piva Biagini - FAEFI/UFU](#); [Bruna Varanda Pessoa Santos - UNISAGRADO](#) e [Carlos Fernando Ronchi - PPGFISIO/UFU](#), orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Carlos Fernando Ronchi, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

**Aprovado(a).**

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **Mestre**.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Fernando Ronchi, Presidente**, em 09/03/2022, às 16:26, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Bruna Varanda Pessoa Santos, Usuário Externo**, em 09/03/2022, às 16:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Angelo Piva Biagini, Professor(a) do Magistério Superior**, em 09/03/2022, às 16:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3424435** e o código CRC **D925B206**.

---

## **Agradecimentos**

Para a construção desta dissertação e de toda a pós graduação, diversas pessoas e experiências me proporcionaram conhecimentos únicos, possibilitando a conclusão de um projeto tão especial para mim. Este artigo concretiza e contabiliza resultados de todo o esforço realizado por uma grande equipe, objetivando o bem estar das pessoas. O quão magnífico é ajudar a proporcionar o bem estar de alguém, isto não tem preço.

Gostaria de agradecer à minha família, por me proporcionar o privilégio de poder me dedicar aos estudos prioritariamente e por ter construído uma base firme de amor ao próximo. Aos mestres da graduação e pós graduação que transmitiram o conhecimento em um momento tão delicado do mundo. Ao professor e orientador Carlos Fernando Ronchi, por ter tido paciência e tranquilidade para conduzir este projeto comigo. Ao Vinicius Pafume, por me proporcionar a experiência prática, oportunidade de emprego e pesquisa, a sua caminhada comigo mudou completamente meus caminhos e o da minha família, serei eternamente grato. Ao Leandro de Oliveira Câmara por ter me apoiado e me ensinado muito.

Eu me comprometo a ajudá-lo a dar vida ao tempo. Ao adentrar seu lar  
levarei o melhor do mundo lá fora. - Renato Prado

## Sumário

Revisão da Literatura .....	4
Resumo .....	5
Abstract.....	6
Artigo Completo .....	7
Bibliografia.....	23

## **Revisão da Literatura**

Ventilação mecânica domiciliar é um tratamento de pacientes de alta complexidade realizado em ambiente residencial, com isso são utilizadas ferramentas de monitoramento remoto. Porém, existem diversos programas de telemonitoramento que não conseguem acompanhar o paciente de forma integral. O sistema atual por meio de envio dos dados para uma nuvem de armazenamento, permite o monitoramento contínuo das principais quantidades físicas envolvidas durante a ventilação domiciliar (por exemplo, frequência respiratória, volume corrente e pressão de pico) promovendo a otimização e segurança nas condutas presenciais. O sistema de monitoramento remoto de paciente desenvolvido é capaz de detectar vários eventos clínicos (por exemplo, eventos de desconexão do tubo e eventos de apneia do sono e intercorrências respiratórias) {1}.

A entrega remota de atendimento com o uso de tecnologia é uma solução potencial para a oferta eficiente de educação e acompanhamento aprimorado. Além disso, programas baseados na web que informam os pacientes sobre seu estado ventilatório podem permitir a educação e segurança fora do ambiente clínico {2}.

Por causa da natureza crônica das doenças respiratórias e neurológicas e da necessidade subsequente de tratamento contínuo do paciente, as tecnologias de telessaúde estão sendo cada vez mais usadas para ajudar os pacientes ambulatoriais a manter sua independência e continuar a viver em suas próprias casas, ao mesmo tempo que garantem seus sintomas, sinais vitais, medicamentos, educação e outros os fatores relacionados à gestão são monitorados e/ou gerenciados e/ou aprimorados {3}.

## Telemonitoramento da ventilação mecânica pela fisioterapia domiciliar

Renato Marques Prado Júnior<sup>1</sup>, Luiz Henrique Vidigal<sup>2</sup>, Andressa Silva<sup>2</sup>, Sara Souza<sup>2</sup>, Ruy Pires Neto<sup>3</sup>, Claudia Simeire Albertini<sup>3</sup>, Vinicius Oliveira Pafume<sup>4</sup>, Carlos Fernando Ronchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia (MG) (Brazil); <sup>2</sup>MedCare - Uberlandia (MG) (Brazil),<sup>3</sup>ASSOBRAFIR - São Paulo (SP) (Brazil), <sup>4</sup>ASSOBRAFIR - Uberlandia (MG) (Brazil),

Correspondência: Renato Marques Prado Júnior

Email: rmarquespjr@gmail.com

### Resumo

**Introdução:** O telemonitoramento atua como sistema de vigilância ao paciente minimizando intercorrências, potencializando atendimentos e oferecendo segurança. O objetivo do estudo foi identificar e avaliar as variáveis ventilatórias e clínicas levantadas no telemonitoramento, associado às condutas fisioterapêuticas em pacientes com VMD. **Metodologia:** Foram avaliados os dados vitais, dados ventilatórios, intercorrências, antibioticoterapia e desmame ventilatório de 25 pacientes em ventilação mecânica domiciliar (VMD). O acompanhamento foi realizado por oito meses e os dados foram armazenados através da tecnologia de nuvem. **Resultados:** Dos pacientes incluídos, 40% são do sexo masculino e 60% feminino. Destes, 68% foram diagnosticados com doenças neurológicas e 32% com distúrbios respiratórios. Foi observado mudanças significativas no período pré e pós telemonitoramento: VM, com diminuição de 12,7%; FR de 26,6 para 22,7 (P= 0,0003); Porcentagem de fuga de 8,9% para 7,8%; Spo2 de 92,7% para 94,5%; Desmame total um aumento de 33% (P=0,0063), prescrição de ATB de 11,36 para 2,86 (P=0,001) e diminuição de atendimentos extras (P=0,01). **Conclusão:** O impacto do telemonitoramento na gestão do atendimento domiciliar mostrou resultados promissores, evidenciando otimização dos parâmetros ventilatórios, melhora da adesão no desmame, menor frequência de intercorrências e/ou internação, diminuição da utilização de antibioticoterapia o que reflete menor custo e melhora na assistência ao paciente.

Palavras chaves: Telemonitoramento; ventilação mecânica; fisioterapia respiratória, homecare.

## Telemonitoring of mechanical ventilation in home care physiotherapy

## Abstract

**Introduction:** Telemonitoring is efficient as a surveillance system for home care patient, minimizing complications, enhancing care and offering security. The aim of the study was to identify and evaluate the ventilatory and telemonitoring variables associated with physiotherapeutic conducts in patients on home mechanical ventilation (HMV). **Methods:** Vital and ventilatory data, complications, antibiotic therapy and ventilatory weaning of 25 patients on HMV were evaluated. The follow-up was carried out for eight months and the data was stored using cloud technology. **Results:** From patients included, 40% were male and 60% female. Of these, 68% were diagnosed with neurological diseases and 32% with respiratory disorders. Significant changes were observed in the period before and after telemonitoring, such as: minute volume decreased 12.7%; Respiratory Rate decreased from 26.6 to 22.7 ( $P=0.0003$ ); Percentage leakage from 8.9% to 7.8%; Saturation increased from 92.7% to 94.5%, antibiotic prescription decreased from 11.36 to 2.86 ( $P=0.001$ ). Total mechanical ventilation weaning increased 33% ( $P=0.0063$ ), and it was possible verify a reduction in extra care ( $P=0.01$ ). **Conclusion:** Telemonitoring impact in the management of home care presented promising results, showing ventilatory parameters optimization, improved weaning, lower complications and/or hospitalization frequency, reduced antibiotic therapy use, which reflects lower costs and improved patient care.

Keywords: Telemonitoring; mechanical ventilation; respiratory physiotherapy, homecare

## Introdução

Com uma população que envelhece rapidamente e uma expectativa de vida prolongada, a incidência de doenças crônicas, deficiências e déficits funcionais aumentaram dramaticamente, representando novos desafios para os sistemas de saúde, assistência social e gastos com saúde de nossa sociedade. {4} Dentre esses desafios, destaca-se a indisponibilidade de leitos hospitalares para pacientes agudizados causada pela longa permanência de pacientes com doenças crônicas. {5}

O número de pacientes em ventilação mecânica domiciliar (VMD) em todo o mundo tem aumentado constantemente conforme o avanço tecnológico médico e a assistência domiciliar (AD) está se tornando cada vez mais importante, uma vez que tem demonstrado vantagens para usuários, famílias e instituições de saúde. As pessoas envolvidas no cuidado domiciliar sentem-se satisfeitas em receber tratamento personalizado com a participação da família, permitindo melhor organização da rotina familiar, com possibilidade de viver em seu ambiente natural o maior tempo possível, bem-estar psicológico, menor deterioração nutricional, além de menor risco de infecção, o que reflete de forma direta na melhor qualidade de vida não só para o paciente, mas para todo grupo familiar. {6}.

O fisioterapeuta na AD avalia as reais necessidades do paciente em seu ambiente, planejando, programando e executando a terapia e seus objetivos, visando a melhor adaptação para se ter maior qualidade de vida, tendo presente no domicílio, um programa de reabilitação de igualdade com o que teria em uma clínica ou hospital. Entretanto, a AD apresenta algumas limitações quanto ao uso de equipamentos específicos, devido custo e infraestrutura, impossibilitando melhores resultados. {7}.

Dessa forma, é necessário que haja profissionais capacitados em AD e

com visão global para segurança do paciente e continuidade da assistência em casa. Além da assistência clínica, atualmente, existem ferramentas para acompanhamento contínuo dos pacientes, possibilitando maior segurança e visão global do tratamento. Entre elas, o telemonitoramento pode atuar como sistema de vigilância integral ao paciente, minimizando problemas gerais, potencializando atendimentos emergenciais e oferecendo segurança na alta hospitalar. {8}.

O telemonitoramento por meio da transmissão automática dos dados ventilatórios para a nuvem, e conseqüentemente, acesso a um sistema remoto, permite o acompanhamento em período integral da terapia respiratória do paciente. Esses programas podem permitir que a equipe de saúde gerencie o suporte ventilatório de longo prazo com precisão individualizada, aproximando-se de um nível anteriormente alcançado apenas em unidades de cuidados intensivos de hospitais. O telemonitoramento remoto permite acesso à adesão terapêutica, identificação de possíveis eventos respiratórios e clínicos, melhor condução do desmame por meio da avaliação da autonomia respiratória do paciente e otimização das visitas domiciliares após atendimentos respiratórios de emergência {9}.

Dessa forma, este trabalho se justifica devido à necessidade de avaliar o impacto da telemonitorização associada à assistência profissional fisioterapêutica em pacientes ventilados de forma invasiva e não invasiva domiciliar, que hipotetizou fornecer maior controle no cuidado centrado no paciente. Além disso, telemonitoramento/telemedicina são conceitos amplos, e como ocorre a monitorização, quais os aparelhos utilizados, quais ações são tomadas após a análise dos dados, influenciam amplamente os eventuais resultados e benefícios. Portanto, o objetivo do estudo foi identificar e comparar as variáveis ventilatórias e clínicas levantadas no telemonitoramento, associado às condutas fisioterapêuticas em pacientes com VMD.

## **Metodologia**

Coorte prospectiva longitudinal em que foram avaliados os dados de todos os pacientes em ventilação (amostra por conveniência), assistidos no domicílio pela equipe de Home Care da empresa privada Medcare, de dezembro de 2019 à agosto de 2020, por meio da base de dados armazenadas na nuvem dos ventiladores que possuem essa tecnologia. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética e pesquisa no parecer de número: 44762220.6.000.5152.

Critérios de inclusão:

Pacientes que apresentaram dependência de ventilação mecânica domiciliar (VMD), com equipamento que permitisse acesso remoto para telemonitoramento.

Critérios de exclusão:

Pacientes que não tivessem equipamentos instalados com dispositivo que permitisse o telemonitoramento.

Foram avaliados os dados de todos os pacientes em VMD acompanhados por equipe multiprofissional. O telemonitoramento foi instalado na última semana de novembro de 2019, alcançando número de 25 pacientes no período. A primeira semana foi utilizada para adaptação e treinamento da equipe assistencial, como visitas e manuseio do aparelho. A partir de dezembro de 2019, todos os dados foram anotados diariamente em planilha para avaliação posterior. Os pacientes foram submetidos à extensa avaliação, a partir da instalação do telemonitoramento realizado 24 horas por dia, conforme rotina do serviço e os dados avaliados foram:

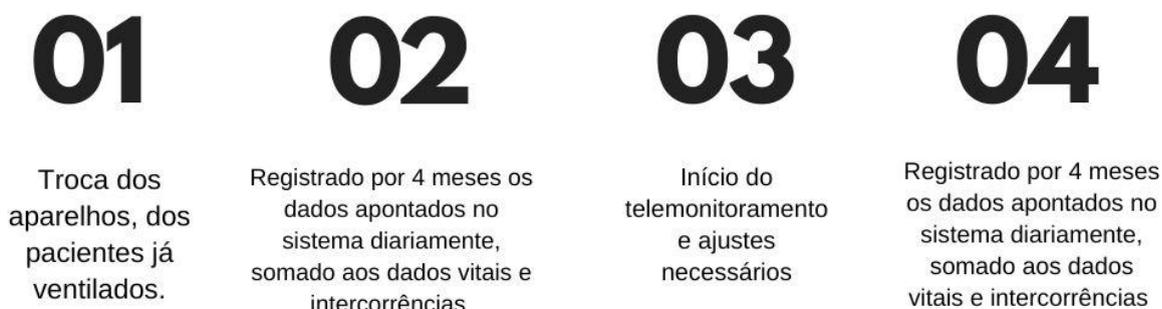
- Telemonitoramento: dados ventilatórios, enviados automaticamente através de chip telefônico embutido no equipamento ou através de

modens inseridos externamente nos equipamentos de suporte à vida. Esses dados são transmitidos para a nuvem, o acesso é gratuito e enviado para a plataforma da Resmed Airview (<https://airview.resmed.com/login>). Os ventiladores que participaram da pesquisa foram os ventiladores da empresa RESMED, modelo Astral 100 e 150 e Aircurve.

- Os dados ventilatórios apontados pelo telemonitoramento foram: frequência respiratória (FR), volume corrente (VC), volume minuto (Vm), Fuga, porcentagem de disparo espontâneos, Pressão de Pico (PP) alarmes, aderência e eventos respiratórios;
- Reinternações, altas, mortalidade e antibioticoterapia, foram informados pela empresa de homecare e de acordo com o histórico dos plantões realizados.
- A pressão arterial foi realizada conforme as recomendações da Sociedade Brasileira de Cardiologia {10}
- Saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>): realizada por meio de oxímetro de pulso de acordo com a rotina da equipe.

Nos primeiros quatro meses após a instalação do telemonitoramento nos pacientes previamente ventilados, que já eram atendidos pela empresa anteriormente a pesquisa, foi utilizada a ferramenta somente para armazenar os dados, não sendo realizada nenhuma consulta ao banco de dados para condutas clínicas, para que, posteriormente fosse possível realizar a comparação da ventilação mecânica no período pré e pós telemonitoramento. A partir do quarto mês, foi iniciado a consulta dos dados ventilatórios diários pela equipe de fisioterapia para assim, iniciar as mudanças em parâmetros e/ou condutas necessárias por mais quatro meses. Com isso, foi possível a obtenção dos dados antes e após o telemonitoramento, como também a

melhor compreensão do impacto da ferramenta na prática clínica. Conforme Figura abaixo:



#### Análise estatística

Foi realizada análise multivariada dos dados ajustados para fatores confundidores: saturação periférica de oxigênio (Spo2), pressão arterial (PA), dados ventilatórios, medicações, internações e exacerbações da doença de base. Dados quantitativos foram descritos com média e erro do intervalo de confiança a 95% para a média (dados com distribuição normal); ou descritos com mediana e intervalo interquartilico (distribuição não normal). Quando necessário as variáveis quantitativas discretas ou contínuas foram dicotomizadas para melhor descrição dos dados devido representatividade ou ajuste das análises inferenciais. Para as análises pareadas, os dados de cada grupo foram testados para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Dados com distribuição normal foram testados com teste *t* de Student para dados pareados e para os dados com distribuição não normal, foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS versão 19.0. Foi adotado um nível de significância de 5%.

#### Resultados

Dos 25 pacientes 10 eram do sexo feminino e 15 do sexo masculino. Sendo categorizados por sua função como deambula sem auxílio (n=4), deambula com auxílio (n=4), cadeirante (n=4) e acamado (n=13).

As doenças envolvendo o sistema nervoso somaram 17 pacientes e do sistema respiratório 8 pacientes. Utilizaram ventilação mecânica intermitente (Suporte ventilatório pontual) 68% da amostra (n=17) e ventilação mecânica contínua 32% (n=8). Após oito meses de acompanhamento, seis pacientes obtiveram alta, sendo identificada pela independência ventilatória, ausculta pulmonar, saturação, esforço respiratório e consulta médica. Na tabela 1 temos os dados de caracterização da amostra.

Tabela 1: Caracterização da amostra.

Variável		n (%)
Sexo	Feminino	10(40)
	Masculino	15(60)
Grau dependência:	Deambula sem auxílio	4(16)
	Deambula com auxílio	4(16)
	Cadeirante	4(16)
	Acamado	13(52)
Diagnóstico	DPOC	5(20)
	Alzheimer	6(24)
	Lesão Medular	2(8)
	Paralisia Cerebral	2(8)
	PNM	1(4)
	AVE	5(20)
	Bronquiectasia	1(4)
	Fibrose Pulmonar	1(4)
	Parkinson	1(4)
	Siringomielia	1(4)
	Modalidade de VM:	VMI contínua
VNI intermitente		17(68)

DPOC: Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica; PNM: Pneumonia; AVE: Acidente vascular encefálico, VMI: Ventilação Mecânica invasiva; VNI: Ventilação Mecânica não invasiva.

Dos resultados obtidos, observamos mudanças no período pré e pós TM nas seguintes variáveis: tempo de uso do aparelho ventilatório, Vm, VC, fuga, PP, Spo2 e PA, os quais podem trazer benefícios clínicos significativos aos pacientes, porém sem diferença estatística significativa.

Já as variáveis: FR e porcentagem de acionamento espontâneo, mostraram diferença importante e significativa, visto a importância desses parâmetros para a qualidade ventilatória e clínica destes pacientes.

Na tabela 2 e 3, podemos observar dados importantes para a qualidade de vida e conforto dos pacientes tratados no homecare e que utilizam esta tecnologia. Observamos diminuição no uso de ATB, assim como foi observado diminuição na necessidade de atendimento extra, o qual era acarretado por intercorrências, nos permitindo destacar maior tranquilidade, conforto e segurança para o paciente, família e equipe.

Em relação aos dados ventilatórios, a melhora e otimização da ventilação foi evidente em alguns parâmetros. Quando analisamos a diminuição significativa da FR, podemos observar maior adaptação e aceitação da ventilação pelo paciente, o que é refletido também pela melhora do Vm.

Podemos então destacar a diminuição das internações e hospitalizações que trazem implicações negativas aos pacientes.

Tabela 2: Dados Ventilatórios.

	PRÉ TM	PÓS TM	Delta Variação	Estatística
	Média ± eIC95%	Média ± eIC95%		T; p
Utilização (horas/dia)	12,36 ± 6	14,55 ± 5,59	2,1	-1,778; 0,106
Volume Minuto	9,5 ± 2,61	8,33 ± 1,57	1,2	1,483; 0,166

Volume Corrente	483,42 ± 116,1	437,67 ± 63,16	45,7	1,238; 0,242
Frequência Respiratória	26,67 ± 6,44	22,17 ± 5,03	4,5	3,822; 0,003
Fuga	8,92 ± 6,46	7,83 ± 5,27	1,1	0,41; 0,69
Pressão Pico	20 ± 13,87	20 ± 13,19	0	0;1
% Esf	63,64 ± 23,69	67,73 ± 23,59	4,1	-0,734;0,48
% SpO2	92,7 ± 2,94	94,5 ± 1,13	1,8	-1,445;0,182

Legenda: eIC95%: erro do intervalo de confiança a 95%; IQR: intervalo interquartilico; T: Teste-t pareado; p: probabilidade; Z: estatística para o teste de Wilcoxon pareado, %Esf: Porcentagem de esforço espontâneo, TM: telemonitoramento, %SpO2: Saturação de oxigênio

Tabela 3 – Dados complementares de prontuário

	Pré TM	Pós TM	Estatística
	Média ± eIC95%	Média ± eIC95%	Z; p
RSBI	116,6 ± 233,97	84 ± 156,01	-1,069;0,285
ATB	11,36 ± 6,29	2,86 ± 3,18	-3,18;0,001
Atendimento extra	2,64 ± 2,39	0,14 ± 0,2	-2,527;0,012
Intercorrência	9,86 ± 12,29	0,14 ± 0,2	-2,846;0,004

Legenda: RSBI: Rapid Shallow Breathing Index, ATB: Antibióticoterapia, eIC95%: erro do intervalo de confiança a 95%; %; IQR: intervalo interquartilico; T: Teste-t pareado; p: probabilidade; Z: aproximada para o teste de Wilcoxon pareado, TM: telemonitoramento

Na tabela 4, podemos observar que houve melhora clínica significativa nos eventos de desmame do suporte ventilatório, tanto parcial quanto total. Antes do TM havia um paciente realizando desmame parcial. Após o início da monitorização e o acompanhamento integral e individualizado do fisioterapeuta, obtivemos sucesso no desmame de seis pacientes. Já em relação ao desmame total, cinco pacientes conseguiram ter alta da ventilação inicial instalada. Estes dados podem ter sido alcançados pelo maior controle da

autonomia respiratória do paciente, visto que, o fisioterapeuta tinha acesso a % Esf do paciente 24 horas, trazendo segurança tanto para o profissional, para o paciente e também para a família, podendo avançar precocemente no desmame, além de identificar qual a dificuldade do paciente, se era a FR aumentada, observar da curva de fluxo analisando presença de secreção ou broncoespasmo, por exemplo, resultando na otimização das condutas fisioterapêuticas.

Tabela 4- Análise descritiva de início de desmame ventilatório.

		Pré TM n (%)	Pós TM n (%)	Estatística MH; p
Desmame parcial	Não	19(95)	14(70)	p = 0,063
	Sim	1(5)	6(30)	
Desmame total	Não	15(100)	10(66,67)	p = 0,063
	Sim	0(0)	5(33,33)	

4Legenda: MH: valor observado do teste de homogeneidade marginal; p: probabilidade; TM: Telemonitoramento;

## Discussão

De acordo com os resultados obtidos, podemos observar que a maioria da amostra que possui necessidade de suporte ventilatório são homens, acamados, acometidos com doenças neurológicas e que utilizam ventilação mecânica não invasiva. Em relação às variáveis, notamos que o Vm, FR, Spo2, prescrição de ATB, quantidade de intercorrências relatadas e frequência de desmame obtiveram resultados satisfatórios que demonstram maior controle

do atendimento domiciliar de aspecto integral, otimizando o atendimento pontual.

O TM da ventilação assistida de longo prazo se desenvolveu surpreendentemente nas últimas duas décadas. No momento está disponível rotineiramente em muitos países e tem sido usado para melhorar a precisão do gerenciamento do ventilador doméstico de longo prazo, minimizar eventos adversos e maximizar a qualidade do atendimento ao paciente, evitando a hospitalização de emergência e reduzindo as internações por insuficiência respiratória crônica aguda.

Em relação à FR observamos melhora significativa, sendo que antes da monitorização o valor médio era de 26,6 irpm, e após a identificação deste dado pelo TM, este valor passou para 22,1 irpm. Apesar de ainda taquipneicos a diminuição da FR para valores mais próximos do fisiológico, irá refletir em menor gasto energético, o que é extremamente importante para esses pacientes, uma vez que já são indivíduos com gasto energético elevado para o desenvolvimento das atividades de vida diárias.

Uma abordagem de monitoramento proativa envolve o levantamento dos dados do ventilador regularmente para identificar problemas latentes. É importante ressaltar que o monitoramento reativo dos dados do ventilador baseado em nuvem pode permitir uma avaliação rápida e ajuste das configurações durante a descompensação respiratória leve a moderada causada por infecções respiratórias, episódios de aspiração, dosagem excessiva de um supressor respiratório ou outros eventos agudos. Orientada por monitoramento domiciliar, a intervenção terapêutica logo após o início de um evento de descompensação pode evitar a necessidade de uma visita urgente à clínica ou ao pronto-socorro de um hospital.<sup>{9}</sup>

Um cenário comum inclui um paciente recebendo volume corrente expirado inadequado em relação ao volume corrente alvo definido. A revisão

dos dados do ventilador pode ajudar a direcionar o fisioterapeuta para a etiologia mais provável, o vazamento inadequado da máscara é um responsável comum. Um paciente no modo pressão de suporte com volume garantido pode ter configurações de IPAP inadequadamente baixas, que podem ser reconhecidas pelo monitoramento do ventilador doméstico, porque os parâmetros do ventilador muitas vezes variam consideravelmente em condições de atendimento domiciliar daqueles observados durante a titulação inicial em outros ambientes. A detecção precoce de exacerbações pode diminuir os custos de saúde ao informar intervenções individualizadas para prevenir eventos de exacerbação adicionais, desacelerar a progressão da doença e reduzir a mortalidade{9}

Neste estudo, o telemonitoramento nos permitiu ter um maior controle sobre a volume minuto ( $V_m$ ), conforme observado nos resultados apresentados o delta de variação encontrado foi de 1,2L.

Este valor aumentado pode causar alterações clínicas importantes, como fadiga dos músculos ventilatórios, aumento da resistência e / ou diminuição da complacência do sistema respiratório. {11}, além de hiperventilação e taquipneia, podendo impactar diretamente na ventilação alveolar, e conseqüentemente na troca gasosa, o que implica em agravamento do estado fisiológico e bioquímico orgânico {12}.

A otimização clínica do  $V_m$  pode interferir em outros parâmetros estudados, como  $Spo_2$  e FR, uma vez que a variável estudada é produto de FR e VC. {13}, e quando essa inter-relação é normalizada, valores de  $Spo_2$  mais adequados são obtidos. A  $V_m$  é um parâmetro instável e mutável, principalmente em pacientes com pressão de suporte e ventilação espontânea, pois algum tipo de ativação espontânea ainda pode ocorrer, devido à alteração da FR. O monitoramento dessa variável em pacientes com lesões neurológicas é de extrema importância para evitar a hipoventilação devido à mudança

contínua da FR, por exemplo, causada por sedativos e ansiolíticos, garantindo que os objetivos de ventilação, oxigenação e conforto do paciente sejam alcançados.{14}

No presente estudo, houve otimização nos processos de desmame após a implementação da TM dos dados. Baseado em nossos dados, podemos inferir que, a diminuição da FR, pode trazer diversos benefícios fisiológicos e mecânicos para esse paciente conforme estudos supracitados {13},{14}, além de promover maior sucesso no desmame ventilatório pela diminuição da fadiga muscular.

Em revisão publicada, foi apontado que a hiperventilação causada por disfunção respiratória primária, como estresse emocional e ansiedade, desencadeia função anormal dos músculos respiratórios, provocando respiração torácica, tensão muscular, aumento do esforço respiratório, e por último leva à fadiga muscular respiratória. Os autores salientam ainda que, em pacientes com frequências respiratórias controladas, a atividade simpática pode ser atenuada, ocorrendo melhora também no sistema cardiovascular, e conseqüentemente otimiza a troca gasosa e diminui os sintomas de disfunção respiratória. {15}

As variáveis PP, VC e % de fuga, não alcançaram diferenças estatisticamente significantes. O que estes dados possuem em comum é grande alteração de variável numérica, pois recebem influência de alguns fatores, como acionamento espontâneo, ajuste de interface e posicionamento no leito. A PP nas vias aéreas é variável de acordo com as escolhas de modos ventilatórios, da mecânica respiratória e das condições pulmonares, sendo então preconizado a monitorização deste dado junto à condição clínica do paciente. {14}. Como em nosso estudo encontramos diversas doenças e graus de disfunções pulmonares, não conseguimos alterações estatisticamente

significante nesta variável, no entanto, houve maior adequação à necessidade do paciente, o que pode refletir maior conforto respiratório na prática clínica.

Já a variável % de fuga precisa ser monitorizada, pois tanto nas ventilações invasivas como não invasivas, o valor alto de fuga, seja no circuito, ou na interface utilizada, pode interferir na ventilação do paciente, sendo este fato mais comum em máscaras de ventilação não invasivas. Equipamentos que conseguem registrar a quantidade de vazamentos, são mais eficazes para a terapia com pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), independente da máscara utilizada {16}.

Outro dado importante em destaque e com grande significância estatística e clínica, foi a diminuição no uso de ATB. Em nosso estudo, verificamos diminuição na média de 11,36 para 2,89 na frequência de prescrições de antibióticos. Isso pode ter ocorrido, pois nos casos de infecções pulmonares ou aumento de secreção brônquica, através do TM, identificamos a diminuição de volume corrente VC, aumento da FR, quantificamos os alarmes de tosse, entre outros mecanismos, sendo possível abordar precocemente com a fisioterapia respiratória, utilizando condutas de higiene brônquica, expansão pulmonar, mudança de decúbitos e outras estratégias para deslocamento e eliminação de secreção, mediante essas manobras e técnicas, reduzir a proliferação bacteriana.

Na revisão sistemática publicada em 2017 por Davey et al. {17}, os autores tiveram como objetivo estimar a eficácia e segurança das intervenções visando melhorar as prescrições dos ATBs. Foi destacado a importância na redução da resistência antimicrobiana e das infecções hospitalares, o que deve ser uma prioridade de saúde pública. Na amostra observou-se que foi possível reduzir com segurança o uso desnecessário de antibióticos, os autores salientaram ainda que os ensaios clínicos randomizados, forneceram

evidências benéficas ao reduzir o ATB desnecessário, sem aumentar o risco de mortalidade.

Outro estudo aponta efeitos adversos associados a ATB. Os impactos observados foram gastrointestinais, dermatológico, musculoesquelético, hematológico, hepatobiliar, renal, cardíaco e neurológico, e de 90 dias para os indicadores de infecção por *Clostridium difficile* ou infecção de organismo multirresistente incidente. O estudo concluiu que os efeitos adversos são comuns após o uso de ATB, e alguns podem ser evitados com prescrição criteriosa destas drogas. A frequência desses efeitos pode não ser conhecida de forma aprofundada pelos médicos, uma vez que possuem manifestações variadas, o que pode aumentar o risco de efeitos colaterais pelo uso de ATB {18}. Sendo assim, o estudo aponta dados sobre o risco de efeitos adversos que os médicos devem levar em consideração para iniciar ou descontinuar uma terapia com antibiótico.

Em um dos poucos estudos com o uso de TM domiciliar {19}, destacaram que o procedimento de iniciação ventilatória a distância foi eficaz. O estudo demonstrou que os pacientes foram orientados a entrar em contato com o serviço de atendimento 24 horas por dia, 7 dias por semana, se necessário. O uso de TM como ferramenta na gestão do atendimento domiciliar resultou em nenhum problema ou ligações durante a noite. Foram realizados ajustes nas configurações do ventilador durante o período de interação com o paciente ou cuidadores, e não foram identificados problemas neste período, o que resultou em bons resultados durante o processo de iniciação. A falta de supervisão dos dados da ventilação noturna é apontada como principal falha neste processo, com isso, o telemonitoramento nos fornece informações em qualquer período do dia, e assim é possível dar continuidade nos cuidados hospitalares, o que é de suma importância para o sucesso do atendimento domiciliar.

O monitoramento da VNI foi desenvolvido para avaliar a eficácia da ventilação mecânica nos resultados dos pacientes, com sistemas embutidos que fornecem dados sobre vazamentos e parâmetros respiratórios. Na revisão da literatura, foram observados que os resultados dos testes de bancada e estudos clínicos, ambos sugerem que a maioria dos parâmetros ventilatórios gravados por software são confiáveis. Esses dados demonstram ser intuitivamente úteis e, para a maioria das variáveis, pareçam confiáveis. {20}.

Diferentes sensores e dispositivos de transmissão são usados na telemedicina. Dessa forma, pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, doenças neuromusculares e em indivíduos assistidos por ventilação mecânica podem se beneficiar com a implantação desta tecnologia. A necessidade de reduzir os gastos com saúde e melhorar a segurança possibilitou o desenvolvimento de programas de telemonitoramento, sendo um elemento-chave na organização da ventilação mecânica domiciliar. Foi possível observar que a telerreabilitação domiciliar é eficaz na avaliação da redução de exacerbações agudas e internações, bem como do risco de consultas em serviços de emergência. Benefícios clínicos também foram mostrados em pacientes com DPOC grave e comorbidades, pacientes com insuficiência renal crônica. A implantação do programa de tele-assistência resultou na redução de internações e ligações durante o plantão, o que reduziu custos. {21}.

Existem variações sobre o acompanhamento à distância, o telemonitoramento é o acampamento ventilatório do paciente 24 horas por dia e disponibiliza relatórios com sugestões para o atendimento presencial. Diferente da telereabilitação em que diversos atendimentos são realizados de forma simultânea por vídeo ao vivo, onde o fisioterapeuta instrui o paciente a realizar os exercícios.

Esses resultados corroboram os achados de nosso estudo, onde os pacientes estudados obtiveram sucesso e melhora tanto nas variáveis

ventilatórias quanto nas reinternações. Podemos destacar também a diferença dos valores gasto pela operadora de saúde com estes pacientes durante o período de estudo, em média os pacientes domiciliares obtiveram um custo de R\$ 5251,43 reais, já o gasto com os pacientes no período de internação foi de R\$ 44691,43. Podemos inferir então que, como o TM reduziu o número de internações, fica claro também a redução de custo que esta ferramenta pode proporcionar.

Diante do exposto, podemos observar que a melhora dos parâmetros ventilatórios (FR, VM, % de disparo), apontada pelo TM, foi importante para evolução clínica do paciente. Assim como, a melhora do aspecto clínico, com diminuição de intercorrências, atendimentos extras, prescrição de ATB e desmame ventilatório.

### **Limitações do estudo**

Podemos indicar como limitação do estudo o pouco tempo de acompanhamento do TM, sendo um total de oito meses. Acreditamos que um acompanhamento por tempo maior o resultado teria sido ainda mais expressivo, visto que os pacientes crônicos podem demorar mais tempo para responder às condutas. Outro ponto limitador, foi o tamanho da amostra, acreditamos também que, caso tivéssemos uma amostra maior, os resultados poderiam apontar dados ainda mais claros.

### **Conclusão**

O telemonitoramento mostrou-se eficaz na monitoração ventilatória do paciente em domicílio. A avaliação e condutas do fisioterapeuta frente aos dados levantados pelo TM, resultaram em uma otimização dos dados ventilatórios como a FR, Vm, porcentagem de disparo espontâneo e melhora

clínica, como diminuição da ATB, aumento do processo de desmame e diminuição de intercorrências e internações.

## **Bibliografia**

1. Battista L, A new system for continuous and remote monitoring of patients receiving home mechanical ventilation. Review of Scientific Instruments, 2016; 87, 095105. <https://doi.org/10.1063/1.4963307>
2. Hwang D, Chang JW, Benjafield AD, et al. Effect of Telemedicine Education and Telemonitoring on Continuous Positive Airway Pressure Adherence. The Tele-OSA Randomized Trial, Am J Respir Crit Care Med, 2018; 197(1):117-126. <https://doi.org/10.1164/rccm.201703-0582OC>

3. Franek J. Home telehealth for patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser*, 2012;12(11):1-58.
4. Chou TJ, Peng JK, Chen YL. Regular Home Health Care Visits Reduce Health Expenditure Among Home Care Patients: A Retrospective Cohort Study in a Community Hospital in Northern Taiwan. *Research Square* 2021; p1-18. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-898434/v1>
5. Da Silva RP; Pinto PIP; Alencar AMC. Efeitos da hospitalização prolongada: o impacto da internação na vida do paciente e seus cuidadores. *Saúde* 2018; 44: 3: p1-12. <https://doi.org/10.5902/2236583424876>
6. Rocha LP; López G; Clara R. et al. Percepção de gestores de programas de atenção domiciliar no departamento de Meta. *Orinoquia* 2019; 23, 95-104. <https://doi.org/10.22579/20112629.546>
7. Moreira WEM; Cassimiro MS. O papel do fisioterapeuta respiratório na abordagem do paciente com insuficiência respiratória: realidades da assistência domiciliar. *Revista Saúde e Desenvolvimento* 2019; 13: p15.
8. Eenoo LV; Roest HV; Onder G. et al. Organizational home care models across Europe: A cross sectional study. *International Journal of Nursing Studies* 2018; 77: 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.09.013>
9. Ackrivo J; Elman L; Hansen-Flaschen J;. Telemonitoring for Home-assisted Ventilation: A Narrative Review - *Ann Am Thorac Soc* 2021; 18: 11: pp 1761-1772. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202101-033CME>
10. Sociedade Brasileira De Cardiologia (Dha-Sbc), Sociedade Brasileira De Hipertensão (Sbh), Sociedade Brasileira De Nefrologia (SBN). Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial – 2020.
11. Carvalho CRR; Toufen Junior C; Franca SA. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. *J Bras Pneumol* 2007; 33: 54-70. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132007000800002>
12. Tipton MJ.; Harper A, Paton JF; et al. The human ventilatory response to stress: rate or depth? - *Physiol* 2017; 595:17: 5729–5752.
13. Biasi, A; Ísola AM; Gama AMC, et al. Diretrizes brasileiras de ventilação mecânica-2013. <https://doi.org/10.1113/JP274596>  
[https://www.amib.org.br/fileadmin/user\\_upload/amib/2018/junho/15/Diretrizes\\_Brasileiras\\_de\\_Ventilacao\\_Mecanica\\_2013\\_AMIB\\_SBPT\\_Arquivo\\_Eletronico\\_Oficial.pdf](https://www.amib.org.br/fileadmin/user_upload/amib/2018/junho/15/Diretrizes_Brasileiras_de_Ventilacao_Mecanica_2013_AMIB_SBPT_Arquivo_Eletronico_Oficial.pdf). Date last accessed: 12-01-2021;

14. Abramovitz A, Sung S. - Pressure Support Ventilation. StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing 2021; ID: NBK546706P MID: 31536312.
15. Vidotto LS, Carvalho CRF, Harvey A. et al. Dysfunctional breathing: what do we know?. J Bras Pneumol. 2019; 45.<https://doi.org/10.1590/1806-3713/e20170347>
16. Rowland S; Aiyappan V; Hennessy C; et al. - Comparing the Efficacy, Mask Leak, Patient Adherence, and Patient Preference of Three Different CPAP Interfaces to Treat Moderate-Severe Obstructive Sleep Apnea. J Clin Sleep Med 2018; 14: 101–108. <https://doi.org/10.5664/jcsm.6892>
17. Davey P, Marwick CA, Scott CI. Interventions to improve antibiotic prescribing practices for hospital inpatients. Cochrane Database of Systematic Reviews 2017; 2: 35-43.<https://doi.org/10.1002/14651858.CD003543.pub4>
18. Tamma PD; Avdic E; Li DX. Association of Adverse Events With Antibiotic Use in Hospitalized Patients. JAMA Intern Med 2017; 177(9):1308–1315. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2017.1938>
19. Hazenber A; Kerstjens HAM; Prins SCL. Initiation of home mechanical ventilation at home: A randomised controlled trial of efficacy, feasibility and costs. Respiratory Medicine 2014; 108: 1387-1395.<https://doi.org/10.1016/j.rmed.2014.07.008>
20. Ean, Cb; Palot, A; Patout, M. Technological advances in home non-invasive ventilation monitoring: Reliability of data and effect on patient outcome. Respirology 2019; 24: 1143–1151.<https://doi.org/10.1111/resp.13497>
21. Ambrosino N; Makhbah DN, Sutanto YS; Tele-medicine in respiratory diseases. Multidiscip Respir Med, 2017: 9-12.<https://doi.org/10.4081/mrm.2017.232>