

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Complicações da Ventilação Não Invasiva na Insuficiência Respiratória Aguda: Casuística de uma Unidade de Cuidados Intermédios e Protocolo de Abordagem

Sara Alves Araújo

M

2019





Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Medicina – 2018/2019

**Complicações da Ventilação Não Invasiva na Insuficiência Respiratória
Aguda: Casuística de uma Unidade de Cuidados Intermédios e Protocolo de
Abordagem**

Autor: Sara Alves Araújo

Aluna do 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina

Afiliação: Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

e-mail: sara_araujo_22@hotmail.com

Orientador: Dra. Ana Luísa Pereira Rego

Assistente Hospitalar de Pneumologia no Centro Hospitalar Universitário do Porto

Colaboradora Externa do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

Afiliação: Hospital Geral de Santo António - Centro Hospitalar Universitário do Porto

Coorientador: Dr. Álvaro José Barbosa Moreira da Silva

Assistente Graduado Sênior de Pneumologia no Centro Hospitalar Universitário do Porto

Professor Catedrático Convidado do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar

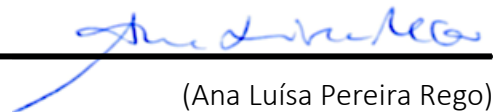
Afiliação: Hospital Geral de Santo António - Centro Hospitalar Universitário do Porto

Porto, Junho de 2019

Porto, Junho de 2019



(Sara Alves Araújo)



(Ana Luísa Pereira Rego)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por me abrirem as portas à concretização de um sonho e transmitirem os valores fundamentais para olhar pelos (e para os) outros, respeitar as suas diferenças e cuidar das suas fragilidades.

Aos meus irmãos, Diogo e Joana, os meus primeiros grandes amigos, pelo apoio e presença incondicional em todos os momentos e por celebrarem as minhas vitórias como se das suas próprias se tratassem.

Ao Gonçalo, o sobrinho que transformou a minha vida e que a cada dia me inspira a olhar para as pequenas coisas, certamente as mais felizes.

Aos meus padrinhos, parte importante de um lugar chamado “casa”, por viverem bem de perto a minha caminhada e celebrarem comigo todas as conquistas, sem olhar à sua dimensão.

Ao Ricardo, o meu namorado e melhor amigo, por ser o companheiro de todas as horas, a personificação da calma e por me fazer crer que por detrás de cada adversidade existe uma simples solução.

À minha orientadora, Dra. Ana Luísa Rego, por ter aceite o seu primeiro projeto de orientação com entusiasmo e dedicação e por todo o auxílio prestado na procura de soluções para as dificuldades por vezes sentidas.

RESUMO

Introdução: Nas últimas duas décadas, a ventilação não invasiva passou a ser considerada uma modalidade terapêutica essencial na abordagem da insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada, pelas suas inúmeras vantagens quando comparada com a ventilação mecânica invasiva: redução do tempo de internamento, da incidência de pneumonia nosocomial e da mortalidade global. No entanto, não se encontra isenta de riscos e complicações, pelo que importa consciencializar os clínicos para os fatores preditivos do seu desenvolvimento e implementar estratégias de reconhecimento e tratamento precoces.

Objetivos: Realização de uma revisão bibliográfica sobre a aplicação da ventilação não invasiva no doente agudo, com enfoque nas principais complicações associadas. Adicionalmente, foi efetuada uma breve análise de estatística descritiva acerca da utilização desta técnica e complicações reportadas na Unidade de Cuidados Intermédios Médica do Centro Hospitalar Universitário do Porto, referente ao período de Dezembro-Fevereiro 2018/2019, culminando o projeto com a elaboração de um protocolo de monitorização, deteção e resolução de complicações.

Metodologia: Foi efetuada uma pesquisa nas plataformas *online* Pubmed/Medline e UpToDate, tendo sido selecionadas cerca de 50 referências de maior relevância. Para a elaboração da casuística (estatística descritiva e construção de gráficos) recorreu-se, por questões de facilidade, conveniência e interesse pessoal ao *software* RStudio. O protocolo de monitorização teve por base uma folha de registo diário de complicações, com desenvolvimento posterior de um algoritmo de decisão para prevenção/resolução das mesmas.

Desenvolvimento: Da análise realizada, foi possível constatar que o desenvolvimento de complicações, bem como a falência/insucesso da técnica, estão dependentes de inúmeras variáveis, desde a seleção do candidato ideal até à escolha do equipamento apropriado. De um modo geral, as complicações podem ser categorizadas em três grandes classes (i.e., relacionadas com a interface, relacionadas com a pressão/fluxo e relacionadas com o paciente), sendo as relacionadas com a interface as mais frequentemente reportadas e estudadas na literatura. Por sua vez, complicações graves e potencialmente fatais são consideradas raras, estando, por isso, pouco abordadas. Através da análise da amostra obtida foi possível observar que, apesar de pequena, vai ao encontro dos achados descritos nos diversos estudos, no que respeita as indicações clínicas, frequência das complicações e percentagem de falência da técnica.

Conclusão: De um modo geral, quer a informação presente na literatura, quer a análise estatística da amostra da nossa unidade, permitiu concluir a necessidade crescente da adoção de estratégias de monitorização e prevenção de complicações, encontrando-se, no protocolo elaborado, uma resposta válida para o problema enunciado.

PALAVRAS-CHAVE

“Ventilação Não Invasiva”, “Falência Respiratória Aguda”, “Complicações da Ventilação Não Invasiva”

ABSTRACT

Introduction: In the last two decades, noninvasive ventilation has become an essential therapeutic modality in the approach of acute respiratory failure, due to its innumerable advantages when compared to invasive mechanical ventilation: reduction of hospitalization time, incidence of nosocomial pneumonia and overall mortality. However, it is not free from risks and complications, so it is important to make clinicians aware of their predictive factors and to implement early recognition and treatment strategies.

Objectives: To carry out a bibliographic review on the application of noninvasive ventilation in the acute setting, with a focus on the main associated complications. In addition, a brief descriptive statistical analysis about the use of this technique and the complications reported in the Medical Intermediate Care Unit of Centro Hospitalar Universitário do Porto, referring to the period from December to February 2018/2019, was also elaborated. The project culminated with the development of a protocol for monitoring, detection and resolution of complications.

Methodology: A search was performed on online platforms such as Pubmed/Medline and UpToDate and about 50 references of greater relevance were selected. For the elaboration of the casuistry (descriptive statistics and graphics construction), it was used the RStudio software for reasons of ease, convenience and personal interest. The monitoring protocol was based on a daily log of complications, with posterior development of a decision algorithm for prevention and resolution of complications.

Discussion: From the analysis performed, it was possible to verify that the development of complications in the course of noninvasive ventilation, as well as the failure of the technique, are dependent on innumerable variables, from the selection of the ideal candidate to the choice of the appropriate equipment. In general, complications can be categorized into three major classes (i.e., interface-related, pressure/flow-related and patient-related), being those related to the interface the most frequently reported and studied in the literature. On the other hand, potentially fatal complications are considered to be rare and, therefore, little addressed. Through the analysis of our sample it was possible to observe that, although small in number, it was in agreement with the findings described in the several studies regarding clinical indications, frequency of complications and technical failure percentage.

Conclusion: In general, both the information present in the literature and the statistical analysis performed, allowed us to conclude the growing need to adopt strategies for monitoring and prevention of complications, finding in the elaborated protocol a valid response to the stated problem.

Keywords: “Noninvasive Ventilation”, “Acute Respiratory Failure”, “Noninvasive Ventilation Complications”.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ATS – *American Thoracic Society*
BIPAP – *Bilevel Positive Airway Pressure*
CHUP – Centro Hospitalar Universitário do Porto
CO₂ – Dióxido de Carbono
CPAP – *Continous Positive Airway Pressure*
CPM – Ciclos por minuto
DC – Débito Cardíaco
DNI – Decisão de Não Intubação
DNR – Decisão de Não Reanimação
DPC – Doença Pulmonar Crónica
DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica
EADPC – Exacerbação Aguda de Doença Pulmonar Crónica
EADPOC – Exacerbação Aguda de Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica
EAP – Edema Agudo do Pulmão
EASHO – Exacerbação Aguda de Síndrome de Hipoventilação-Obesidade
EOT – Entubação Orotraqueal
EPAP – *Expiratory Positive Airway Pressure*
ERS - *European Respiratory Society*
FC – Frequência Cardíaca
FiO₂ – Fração Inspirada de Oxigénio
FRA – Falência Respiratória Aguda
ICC – Insuficiência Cardíaca Congestiva
IPAP – *Inspiratory Positive Airway Pressure*
IR – Insuficiência Respiratória
IRA – Insuficiência Respiratória Aguda
NPUAP – *National Pressure Ulcer Advisory Panel*
O₂ – Oxigénio
PAC – Pneumonia Adquirida na Comunidade
PaCO₂ – Pressão Arterial de Dióxido de Carbono
PaO₂ – Pressão Arterial de Oxigénio
PEEP – Pressão Positiva Expiratória Final
PSV – *Pressure Support Ventilation*
RVP – Resistência Vascular Periférica
SAOS – Síndrome de Apneia Obstrutiva de Sono
SCI – Serviço de Cuidados Intensivos
SDRA – Síndrome de Dificuldade Respiratória Aguda
SHO – Síndrome de Hipoventilação-Obesidade
SU – Serviço de Urgência
SV – *Stroke Volume* do Ventrículo Esquerdo
TA – Tensão Arterial
TEP – Tromboembolismo Pulmonar
UCIM – Unidade de Cuidados Intermédios Médica
VNI – Ventilação Não Invasiva
VMI – Ventilação Mecânica Invasiva

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
3. METODOLOGIA	3
4. PRINCÍPIOS GERAIS DA APLICAÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA E CRÓNICA AGUDIZADA	4
5. SELEÇÃO DO CANDIDATO IDEAL	4
A. Indicações	5
B. Critérios clínicos e gasimétricos	8
C. Contraindicações	8
D. Fatores preditivos de insucesso terapêutico	8
6. SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO APROPRIADO	9
A. Ventiladores e Circuitos	9
B. Interfaces	10
7. COMPLICAÇÕES DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA E RESPECTIVA ABORDAGEM	12
A. Complicações relacionada com a interface	12
i. Desconforto e Ruído	13
ii. Claustrofobia	14
iii. Lesão Cutânea e Ulceração da Pirâmide Nasal	15
iv. Rebreathing de Dióxido de Carbono	17
v. Assincronia Paciente-Ventilador	18
B. Complicações relacionadas com o fluxo/pressão	19
i. Secura e Congestão Nasal e Oral	19
ii. Fugas de Ar	20
iii. Aerofagia e Distensão Gástrica	20
C. Complicações relacionadas com o paciente	22
i. Barotrauma	22
ii. Alterações Hemodinâmicas	23
iii. Pneumonia de Aspiração	23
8. ANÁLISE CASUÍSTICA DA UNIDADE DE CUIDADOS INTERMÉDIOS MÉDICA DO CENTRO HOSPITALAR UNIVERSITÁRIO DO PORTO	25
9. PROTOCOLO DE MONITORIZAÇÃO E ABORDAGEM DE COMPLICAÇÕES	28
10. CONCLUSÃO	29
11. ANEXOS	30
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

LISTA DE TABELAS

Tabela I – Modos ventilatórios atualmente disponíveis para a realização de VNI.

Tabela II – Indicações mais atuais, e respectivos níveis de recomendação, para a realização de VNI no doente agudo.

Tabela III – Contraindicações absolutas e relativas à realização de VNI.

Tabela IV – Fatores preditores de falência da VNI na insuficiência respiratória aguda.

Tabela V – Características da interface ideal para a realização de VNI.

Tabela VI – Design e conclusões de estudos relacionados com eficácia, tolerância, conforto e complicações da utilização de determinadas interfaces.

Tabela VII – Complicações associadas à realização de VNI e respectivas frequências.

Tabela VIII – Fatores de risco para o desenvolvimento de úlceras de pressão.

Tabela IX – Categorização das úlceras de pressão de acordo com o sistema NPUAP.

Tabela X – Eventos major de assincronia e respectivos fatores de influência.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** – Histograma de distribuição de idades da amostra.
- Gráfico 2** – Comorbilidades presentes à admissão na Unidade de Cuidados Intermédios Médica.
- Gráfico 3** – Número de pacientes com uma, duas ou mais comorbilidades à admissão.
- Gráfico 4** – Distribuição dos diagnósticos à admissão na Unidade de Cuidados Intermédios Médica.
- Gráfico 5** – Indicações clínicas para a realização de VNI.
- Gráfico 6** – Representação das principais finalidades inerentes à realização de VNI.
- Gráfico 7** – Distribuição das complicações pelas suas três grandes subclasses.
- Gráfico 8** – Frequência das complicações abordadas no contexto da VNI.
- Gráfico 9** – Distribuição dos principais motivos de falência da VNI.
- Gráfico 10** – Outcome global dos pacientes submetidos a VNI.
- Gráfico 11** – Desfechos e abordagens pós-falência e respetivos outcomes.
- Gráfico 12** – Outcome global dos pacientes submetidos a VNI de acordo com o fenómeno de falência.

1. INTRODUÇÃO

A ventilação não invasiva consiste numa modalidade de suporte ventilatório que, através da utilização de interfaces não invasivas, permite a ventilação do doente, sem necessidade de recorrer a entubação orotraqueal¹.

Nas últimas duas décadas a VNI passou a ser considerada uma modalidade terapêutica essencial no tratamento da insuficiência respiratória aguda ou crónica agudizada. Assistiu-se a uma utilização em crescendo desta técnica, com extensa disseminação da mesma, dadas as suas inúmeras vantagens quando comparada com a ventilação invasiva, entre as quais se destacam: redução do tempo de internamento hospitalar e, particularmente, em cuidados intensivos, redução da incidência de pneumonia nosocomial e da mortalidade global do paciente^{1,2}.

Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos da América demonstrou que o uso de VNI para o tratamento das exacerbações agudas de doença pulmonar obstrutiva crónica aumentou mais de 400% em uma década (de 1% em 1998 para 4,5% em 2008), associando-se também a uma redução de 42% na utilização da ventilação mecânica invasiva³. A VNI é hoje uma terapia de primeira linha em serviços de emergência, unidades de cuidados intensivos e intermédios, unidades paliativas, pediátricas e até mesmo em pacientes em contexto extra-hospitalar⁴.

Embora seja bem tolerada pela vasta maioria dos pacientes, não é totalmente livre de efeitos colaterais adversos e complicações que, em função da sua gravidade e risco potencial para o doente, devem ser hierarquizadas em complicações *minor* ou *major*. Estas podem estar ainda em relação com a interface utilizada (i.e., desconforto, ruído, úlcera cutânea, entre outras), com a pressão e fluxo estabelecidos (i.e., insuflação gástrica, secreta e congestão nasal, entre outras) e com paciente propriamente dito (i.e., barotrauma, efeitos hemodinâmicos e pneumonia de aspiração)⁴.

Assim, a segurança e eficácia da VNI poderá ser aprimorada através de uma maior consciencialização acerca dos fatores preditivos para o desenvolvimento de tais complicações, bem como através do seu reconhecimento precoce e respetivo tratamento adequado.

2. OBJETIVOS

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a aplicação da VNI no doente agudo, com enfoque nas principais complicações inerentes à mesma, fazendo uma análise compreensiva da melhor abordagem a adotar perante cada uma delas. Pretende-se também realizar uma breve análise estatística acerca da utilização da VNI e frequência de tais complicações na Unidade de Cuidados Intermédios Médica do CHUP, referente aos 3 meses de maior recurso a esta técnica – Dezembro, Janeiro e Fevereiro de 2018/2019, bem como elaborar um protocolo de monitorização, deteção precoce e resolução destas complicações, como forma a minorar os potenciais efeitos deletérios para o paciente e melhorar a eficácia e adesão ao tratamento.

3. METODOLOGIA

Foi efetuada uma pesquisa nas plataformas online Pubmed/Medline e UpToDate, com especial foco nas principais revistas nacionais e internacionais especializadas em patologia respiratória e ventilação mecânica não invasiva. Através das palavras-chave “noninvasive ventilation”, “acute respiratory failure” e “noninvasive ventilation complications”, foram selecionadas cerca de 50 referências de maior relevância, de acordo com reputação do autor e qualidade da revista baseada no seu fator de impacto, compreendidas entre os anos de 2000 e 2018, considerando as principais indicações para realização de VNI no doente agudo e as complicações mais comumente associadas a esta prática.

De notar que, tanto artigos de revisão, como de investigação foram considerados para este efeito, assim como livros teóricos e *guidelines* europeias e americanas referentes ao tema. Tendo em consideração os objetivos a que o presente trabalho se propõe, foram excluídos estudos versando sobre a aplicação da VNI no doente com insuficiência respiratória crónica não agudizada.

Para o desenvolvimento da casuística da UCIM considerou-se, inicialmente, o recurso ao programa IBM SPSS Statistics 25. No entanto, por questões de facilidade, conveniência e interesse pessoal foi utilizado o *software* RStudio para a realização da análise estatística descritiva e elaboração de gráficos, contempladores dos seguintes dados, referentes ao período supracitado: número doentes sob VNI, análise demográfica da população, diagnósticos e comorbilidades, finalidade da VNI, número de dias de ventilação, complicações reportadas pelo próprio ou registadas pelo *staff*, equipamento utilizado, eficácia e falência da VNI e relação entre esta e as complicações reportadas.

Um registo diário de complicações foi utilizado como base do protocolo de monitorização das mesmas, com desenvolvimento posterior de um algoritmo de decisão para prevenção/resolução das complicações mais frequentemente detetadas na referida unidade.

4. PRINCÍPIOS GERAIS DA APLICAÇÃO DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA NA INSUFICIÊNCIA RESPIRATÓRIA AGUDA OU CRÔNICA AGUDIZADA

A definição da finalidade da VNI (terapêutica *versus* paliativa) e de um plano a adotar em caso de falência da mesma, deverão ser delineadas imediatamente aquando do seu início e, sempre que a entubação orotraqueal e ventilação mecânica invasiva sejam potencialmente previsíveis a curto prazo, esta técnica deverá ser iniciada em ambiente controlado (i.e., sala de emergência, Unidade Intermédia nível II/III ou Intensiva). O tratamento específico da causa de Insuficiência Respiratória Aguda (p.e.: EADPOC, EAP, Pneumonia, entre outras), a otimização da terapêutica médica, incluindo oxigenoterapia controlada, bem como o tratamento de outras disfunções deverão ser igualmente endereçadas em *timing* apropriado. Por sua vez, a correta seleção do modo ventilatório, tendo em consideração a patologia do doente e respetiva gravidade, revela-se igualmente fundamental para o sucesso da técnica. Na tabela I (anexo 1) apresentam-se, de forma sumária, os diversos modos ventilatórios atualmente disponíveis.

De acordo com os autores Mas e Masip (2014), podem ser estabelecidos três grandes níveis de influência no sucesso do suporte ventilatório: (i.) o paciente (causa da falência respiratória, comorbilidades subjacentes e capacidade de adaptação ao equipamento) (ii.) o *staff* médico (terapêuticas concomitantes, grau de experiência na prescrição e uso de VNI) e (iii.) o equipamento (definições e características do ventilador, interface adequada e dispositivos de monitorização)⁴.

5. SELEÇÃO DO CANDIDATO IDEAL

Por forma a maximizar o sucesso da VNI e minimizar o risco de complicações inerentes à mesma, revela-se crucial identificar, *ad inicum*, todos os doentes passíveis de beneficiar, do ponto de vista clínico, com esta medida. Assim sendo, admite-se a existência de uma janela de oportunidade terapêutica ótima para a sua utilização, devendo os extremos ser evitados (i.e., desaconselha-se a prescrição de VNI, quer a doentes com falência respiratória ligeira e facilmente debelável com oxigenoterapia convencional, quer a doentes críticos e com necessidade de entubação orotraqueal)⁴.

A seleção adequada do paciente passa pela revisão da presença de indicações recomendadas, verificação de critérios de inclusão, clínicos e gasimétricos, ausência de contraindicações absolutas, bem como pela verificação célere de fatores preditivos de insucesso.

A. INDICAÇÕES

Na medida em que o presente trabalho tem particular enfoque no contexto da falência respiratória aguda, centrar-nos-emos apenas nas condições clínicas que poderão estar na sua origem, tendo sempre em mente que também as condições crônicas poderão motivar o recurso à VNI.

A evidência atual afirma que a adição de ventilação não invasiva aos cuidados de saúde gerais fornecidos a pacientes admitidos no SU por quadro de falência respiratória aguda motivado, quer por exacerbação aguda de DPOC, quer por outras patologias pulmonares ou extrapulmonares, tem impacto positivo no *outcome* do doente, tanto a médio como longo-prazo, pelo que a sua iniciação, em momento precoce, deverá ser considerada boa prática clínica^{4,5,6}.

i. Exacerbação de DPOC

Os primeiros estudos acerca do papel da VNI na DPOC agudizada remontam já a década de 90, sendo que esta condição constitui uma das principais indicações para a iniciação de ventiloterapia em contexto agudo^{4,5}. Atualmente, cerca de 20% dos doentes hospitalizados por DPOC agudizada apresenta-se, à admissão, com (ou em risco de) falência respiratória de tipo hipercápnica, passível de condicionar acidose respiratória aguda ou aguda em crónica. Como tal, verifica-se que a introdução precoce de suporte ventilatório permite, quando em comparação com a oxigenoterapia convencional, não só otimizar as trocas gasosas e melhorar a sintomatologia apresentada, como também mitigar a necessidade de entubação orotraqueal, ficando, esta última, reservada para casos de deterioração grave e potencialmente fatal^{4,5,6}.

Assim sendo, a VNI, e mais concretamente a sua modalidade binível, deve ser adotada como terapêutica de primeira linha, nomeadamente quando em caso de descompensação marcada, pautada por hipercapnia e acidose com valores de pH inferiores a 7.35. De notar que, ainda que se pretenda evitar a acidose respiratória severa, o benefício da sua introdução em casos de descompensação mínima ou ligeira (i.e., com $\text{pH} \geq 7.35$) permanece por esclarecer, pelo que a prevenção da acidose em indivíduos hipercápnicos não deve ser uma indicação à sua iniciação⁵. Não obstante o valor de pH ser o principal determinante para o seu início, outros parâmetros clínicos, tais como a presença de taquipneia, a severidade da dispneia e ainda o recurso a músculos acessórios para a ventilação, deverão ser igualmente tidos em consideração^{4,5,6}.

A avaliação da resposta à terapêutica é fundamental por forma a não adiar, sempre que necessário, a transição para VMI. Constituem fatores preditores de sucesso da VNI a melhoria a nível do pH e/ou da frequência respiratória, sendo expectável que esta resposta ocorra no decurso das primeiras quatro horas após o seu início^{4,5,6,7}.

ii. Edema Agudo do Pulmão

As *guidelines* mais atuais consideram a VNI uma arma terapêutica com forte impacto positivo no quadro de edema pulmonar, particularmente aquele de natureza cardiogênica, na medida em que potencia a fisiologia ventilatória e, ao reduzir o *afterload* a nível do ventrículo esquerdo, facilita o trabalho do mesmo^{4,5}. Deste modo, tanto a modalidade CPAP como a bi-nível estão fortemente recomendadas nesta condição, podendo ser iniciadas ainda em ambiente pré-hospitalar, apresentando claros benefícios quando comparados com a oxigenoterapia convencional^{4,5,6,7}.

iii. Pneumonia Adquirida na Comunidade

A utilidade da VNI em pacientes admitidos em cuidados intermédios no contexto de PAC parece ser controversa, na medida em que alguns estudos sugerem que o atraso da entubação orotraqueal em detrimento da ventilação não invasiva poderá aumentar, de forma não desprezível, a mortalidade associada a esta condição^{4,5}. No entanto, inúmeros ensaios clínicos randomizados vieram revelar superioridade da VNI em relação à oxigenoterapia convencional na redução da mortalidade^{4,5,6,7}.

iv. Asma Agudizada

Ainda que, do ponto de vista teórico, fosse expectável uma resposta favorável à VNI, a evidência que apoia esta aplicação parece ser escassa, na medida em que a sua efetividade no tratamento da falência respiratória aguda em indivíduos asmáticos permanece desconhecida⁵. Assim sendo, a ventilação não invasiva pode ser considerada, ainda que *off-label*, com o intuito, não de tratar, mas sim de prevenir a falência respiratória aguda em indivíduos com resposta inadequada à terapêutica broncodilatadora otimizada^{4,5,6}.

v. Lesão Pulmonar Aguda e Síndrome de Dificuldade Respiratória Aguda

De um modo geral, o recurso à VNI nestas condições só parece ser legítimo quando em fases precoces (i.e., na ausência de falência multiorgânica e/ou instabilidade hemodinâmica) pelo que, quando iniciada precocemente no referido subgrupo de doentes, permite reduzir significativamente a necessidade de transição para EOT^{4,5}. No entanto, dada a apresentação frequente em fases já avançadas (i.e., com hipoxemia severa traduzida por $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200\text{mmHg}$), o atraso na entubação poderá condicionar múltiplas complicações *major*, devendo, nestes casos, a VNI ser desaconselhada^{4,5,6}.

vi. Trauma Torácico

A introdução da VNI em contexto traumático, nomeadamente perante fraturas da grade costal, parece ter uma dupla aplicabilidade, na medida em que, não só permite tratar a falência respiratória aguda, quando já estabelecida, bem como prevenir a sua ocorrência^{4,5}. A mais recente evidência referente a esta temática veio demonstrar que o suporte ventilatório não invasivo melhora significativamente a oxigenação, particularmente quando comparado com a oxigenoterapia convencional, permitindo, assim, reduzir a permanência em UCI e, conseqüentemente, a mortalidade associada^{4,5,6}.

vii. Doenças Neuromusculares

Enquanto patologias crónicas (p.e.: distrofia muscular de *Duchenne*, distrofia miotónica ou polimiosite e esclerose lateral amiotrófica), a VNI é maioritariamente realizada em contexto domiciliário, por forma a evitar a progressão para insuficiência respiratória crónica^{4,5,6}. No entanto, a sua aplicabilidade em contexto agudo não deve ser desconsiderada, nomeadamente em pacientes com síndromes neuromusculares rapidamente progressivas (p.e.: miastenia gravis ou síndrome de Guillain-Barré), com envolvimento dos músculos bulbares e perante descompensações agudas de insuficiência respiratória crónica, ainda que a sua implementação deva ser criteriosa e cautelosa^{4,5,6}.

viii. Insuficiência Respiratória Aguda no Doente Imunossuprimido

Os dados mais atuais recomendam a utilização da VNI, enquanto abordagem de primeira linha, para o tratamento da IRA ligeira a moderada em pacientes com estado de imunossupressão, independentemente da sua etiologia. Assim sendo, esta medida permite, não só minimizar o risco infeccioso associado à EOT, como também aumentar a sobrevida global destes pacientes^{4,5,6}.

ix. Outras

Não obstante as condições supracitadas, a VNI pode ainda encontrar-se indicada nos seguintes cenários agudos: (i.) falência respiratória aguda no pós-operatório, com destaque para as intervenções realizadas nas proximidades do diafragma, quer torácicas, quer abdominais⁴, (ii.) falência de desmame da ventilação mecânica invasiva, caracterizada por falha no início de ventilação espontânea após três tentativas consecutivas^{4,5}, (iii.) insuficiência respiratória pós-extubação, particularmente em indivíduos com fatores de risco para tal (i.e., idade superior a 65 anos, exacerbação aguda de DPOC, falência cardíaca enquanto causa de entubação, score APACHE II superior a 12)^{4,5} e (iv.) agudização de patologias respiratórias crónicas que cursam com insuficiência respiratória crónica agudizada (p.e.: bronquiectasias, fibrose quística, sequelas de tuberculose, pneumoconioses, doenças difusas do pulmão, SHO, entre outras)^{4,5,7}.

Na Tabela II (anexo 2) sumarizam-se as indicações mais atuais, e respetivos níveis de recomendação, desenvolvidas por uma *task force* internacional conjunta entre a ERS e a ATS.

B. CRITÉRIOS CLÍNICOS E GASIMÉTRICOS

Em pacientes com indicação potencial para VNI, constituem critérios clínicos e gasimétricos para o seu início a presença de qualquer um dos seguintes: dispneia moderada a intensa, frequência respiratória > 20-25 cpm, sinais de aumento do trabalho respiratório (i.e., utilização de musculatura acessória ou respiração paradoxal), $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ ou $\text{pH} < 7,35$ (após terapêutica médica otimizada) e hipoxemia com $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 < 200 \text{ mmHg}$ ^{5,8}.

C. CONTRAINDICAÇÕES

Ainda que a ventilação não invasiva pareça ser uma técnica benéfica e de ampla utilização no contexto do doente agudo, apresenta diversas contraindicações, quer absolutas, quer relativas. Na sua grande maioria, as contraindicações são relativas e passíveis de correção por otimização do equipamento, tratamento da patologia de base ou utilização de técnicas de apoio (p.e.: *cough assist*)⁴. A presença de contraindicações absolutas deverá motivar a EOT precoce e iniciação posterior de VMI⁴. Na Tabela III (anexo 3) encontram-se sumarizadas as principais contraindicações, quer absolutas, quer relativas, à realização de VNI.

D. FACTORES PREDITIVOS DE INSUCESSO

Nas diversas fases desta intervenção, deverá ser averiguada a presença de fatores preditores de falência, tal como demonstrado na Tabela IV (anexo 4), assegurando-se, assim, a minimização de insucesso precoce, monitorização e prevenção de eventuais complicações *major*⁴. De um modo geral, as primeiras horas de VNI em contexto agudo são cruciais na definição do sucesso da técnica, pelo que o tempo investido, quer na seleção e adaptação da interface mais apropriada, quer no diálogo com o doente acerca do procedimento e do que será expectável sentir, parece ser de elevado valor⁹.

6. SELEÇÃO DO EQUIPAMENTO APROPRIADO

A seleção do equipamento apropriado revela-se crucial, quer para o sucesso da VNI, quer para a minimização de complicações decorrentes da mesma. Tal escolha dependerá de diversos fatores, nomeadamente aqueles relacionados com a patologia e comorbilidades do doente, bem como com características técnicas, experiência dos profissionais e disponibilidade local.

A. VENTILADORES E CIRCUITOS

A escolha do ventilador ideal deve ter em conta os seguintes parâmetros: capacidade de compensação de fugas, *rebreathing* de CO₂, FiO₂ administrada, monitorização de curvas e volumes, alarmes, experiência do utilizador, portabilidade e custo¹⁰.

Uma das mais importantes características deste tipo de equipamento é a capacidade de compensação de fugas, na medida em que a incapacidade de tal correção reduz consideravelmente a eficácia da VNI, contribuindo para fenómenos de assincronia e desconforto¹¹. A capacidade de administração de oxigénio é igualmente importante aquando da seleção do ventilador. Para tratamento do doente agudo, recomenda-se a utilização de um ventilador com misturador de oxigénio, permitindo uma entrega precisa da FiO₂ (i.e., entre 21%-100%), à semelhança do que se verifica nos ventiladores atualmente utilizados nas Unidades Intensivas e Intermédias. Os ventiladores binível, desenhados para uso fora de ambiente controlado, carecem, geralmente, desta capacidade, fornecendo oxigénio suplementar por intermédio de titulação no circuito ou interface, o que resulta numa FiO₂ variável e concentrações modestas de oxigénio. Sendo a FiO₂ diretamente proporcional ao fluxo de O₂ e inversamente proporcional ao IPAP, estes ventiladores permitem apenas FiO₂ máxima de cerca de 65%¹¹.

A maioria dos ventiladores não invasivos utiliza um circuito de ramo único, através do qual as pressões inspiratória e expiratória são fornecidas alternadamente. Circuitos de ramo duplo, com ramos inspiratório e expiratório individualizados, estão comumente presentes em ventiladores de Cuidados Intensivos/Intermédios, podendo ser também utilizados para a realização de VMI¹⁰.

Deve ter-se em consideração que ventiladores com circuitos de ramo único necessitam de um meio de remoção do CO₂ exalado, podendo este ser uma válvula de exalação ativa ou, por sua vez, uma porta de exalação passiva, ou seja, uma fuga conhecida e calibrada presente no circuito (p.e.: Swivel, Plateau ou Porta Expiratória Descartável) ou na própria interface (designada comumente de máscara ventilada)¹².

Denote-se que, com uma porta de exalação passiva, sempre que o fluxo expiratório do paciente excede a capacidade de fluxo da porta, estabelece-se um risco teórico de *rebreathing* de

CO₂, podendo este ser reduzido pelo recurso a máscaras ventiladas ou valores mais elevados de EPAP¹¹.

B. INTERFACES

As interfaces constituem um elemento fundamental para a aplicação da VNI, sendo também uma potencial fonte de complicações, descontinuação e/ou falência da terapêutica. O conforto, adaptação e sincronia são pressupostos fundamentais aquando da seleção da interface mais adequada^{4,13}. Em unidades especializadas, a existência de diferentes modelos e tamanhos destes dispositivos é imperativo para garantir uma escolha apropriada às particularidades do paciente^{4,13}. Na Tabela V (anexo 5) resumam-se as características definidoras da interface ideal.

- i. **Máscaras Nasais** – A sua principal aplicabilidade reside no contexto da falência respiratória crónica (73%)^{4,13}. Ainda que permitam a fala, a alimentação, a tosse, a mobilização de secreções e reduzam os riscos associados ao vômito¹⁴, o facto de oferecerem resistência acrescida^{15,16} e de se associarem a um fenómeno acentuado de fuga de ar pela boca¹⁷, condiciona uma redução da sua utilidade no doente agudo. Não obstante as desvantagens mencionadas, alguns autores recomendam, quando em caso de falência respiratória ligeira, uma tentativa inicial de VNI por máscara nasal, com transição posterior para máscara facial se ineficácia da técnica, podendo ainda ser utilizadas no doente agudo, já em fase de maior estabilidade clínica¹³.
- ii. **Máscaras Faciais** – Interfaces mais comumente utilizadas na prática clínica corrente, sendo aplicadas em até 70% dos pacientes em contexto de falência respiratória aguda, dada a respiração preferencialmente oral adotada por este tipo de doentes^{4,13,18}. As principais desvantagens inerentes à sua utilização remetem-nos para a falta de proteção em relação ao vômito, para as lesões mucocutâneas, nomeadamente aquelas da ponte nasal, a secura e irritação da mucosa nasal, oral e ocular e ainda a sensação subjetiva de claustrofobia^{4,13,17}. Dois tipos de máscaras faciais estão disponíveis:
 - a. **Máscaras Oronasais** – Frequentemente designadas por máscaras faciais, recobrem a boca e o nariz. Aumentam a taxa de ventilação por minuto e reduzem a PaCO₂ mais efetivamente quando comparadas com as máscaras nasais, nomeadamente em pacientes com DPOC¹⁴. Atualmente são a interface mais utilizada na Europa, apesar de apresentarem uma maior incidência de úlceras da ponte nasal, pelo apoio sobre esta proeminência óssea¹⁸.

- b. **Máscaras Faciais Totais** – Cobrem a boca, nariz e olhos, requerendo reduzida cooperação para garantir uma correta aplicação. Quando comparadas com as máscaras oronasais, estas parecem ser de mais fácil adaptação e menos abrasivas em zonas de fragilidade cutânea, sendo, por isso, mais confortáveis e menos lesivas¹⁹. Assim sendo, constituem uma alternativa em todos os casos de falência da VNI por intolerância à máscara, devendo estar disponíveis para pacientes com necessidade de VNI contínua e de longa duração e em unidades que apliquem esta técnica rotineiramente^{20,21}.
- iii. **Capacetes ou *Helmet*** – Recobrem toda a cabeça e parte do pescoço, sendo bem tolerados pelo doente e possibilitando a realização de VNI em contexto de alterações anatómicas e/ou trauma facial^{4,13}. Dada a ausência de pontos de contacto com proeminências ósseas da face, o risco de lesão cutânea torna-se negligenciável, ainda que a sensação de claustrofobia e os níveis de ruído sejam, habitualmente, superiores²². Atente-se ainda que o uso de capacetes não se encontra recomendado em ventiladores de ramo único, dado o risco de assincronia pelo aumento do espaço morto^{4,13}.
- iv. **Outras** – As peças bucais são colocadas entre os lábios, dependendo largamente da sua selagem eficaz e da cooperação do doente. Dado o risco aumentado de fuga, assincronia e desconforto, são, por isso, menos eficazes e utilizadas no doente agudo^{23,24}. Por sua vez, as almofadas nasais constituem uma variante das máscaras nasais, sendo diretamente adaptadas nas narinas²⁴. Quando no contexto do doente agudo, ambas as interfaces poderão ter utilidade, particularmente se utilizadas em estratégias rotatórias²⁴.

Vários estudos têm comparado a eficácia, tolerância, conforto e complicações da utilização de diferentes interfaces no doente agudo^{17,20,25,26}. Na Tabela VI (anexo 6) apresenta-se o design e principais conclusões de alguns desses estudos.

7. COMPLICAÇÕES DA VENTILAÇÃO NÃO INVASIVA E RESPECTIVA ABORDAGEM

As complicações associadas à VNI constituem importantes determinantes do seu sucesso ou insucesso, pelo que a adoção de protocolos de monitorização e abordagem das mesmas por parte de unidades especializadas deverá ser integrada na prática clínica rotineira, por forma a minimizar a sua ocorrência e melhorar o *outcome* global dos pacientes²⁷.

Por conveniência, e considerando a organização do tema na literatura atual, as complicações associadas à VNI podem ser agrupadas em três classes: complicações relacionadas com a interface, complicações relacionadas com a pressão e fluxo e complicações relacionadas com o paciente^{27,28,29}. Podem ainda ser classificadas em *minor* (i.e., desconforto, ruído, claustrofobia, entre outras) ou *major* (i.e., aspiração, barotrauma e alterações hemodinâmicas), de acordo com o seu potencial de gravidade²⁹. A Tabela VII (anexo 7) tem por objetivo especificar quais as principais complicações subjacentes a cada um dos subgrupos supracitados.

A. COMPLICAÇÕES RELACIONADAS COM A INTERFACE

Dizem respeito à maior parte das complicações encontradas no decurso da ventilação não invasiva, sendo que, apesar de os diferentes tipos de interfaces utilizadas partilharem um vasto conjunto de problemas associados, alguns destes acontecimentos adversos parecem ser específicos de uma determinada interface²⁸.

Independentemente da interface selecionada, iniciar a VNI com pressões baixas enquanto o médico (ou o doente) segura a máscara sem apertar o arnês (ou cabresto), está demonstrado ser uma medida eficaz para incrementar a tolerância e adaptação por parte do doente e, como tal, aumentar a eficácia e sucesso do procedimento⁸. *Ad inicum*, a preocupação do clínico recai sobre a minimização das fugas de ar. No entanto, com o prolongamento do tempo de ventilação, particularmente quando durante dias a semanas, outras complicações poderão começar a surgir, tais como: eritema cutâneo facial, úlceras da pirâmide nasal, rash, conjuntivite e secura de mucosas⁸.

Em seguida serão abordadas, de forma mais específica, algumas das principais complicações relacionadas com a interface.

i. Desconforto e Ruído

De acordo com uma revisão realizada por Gay (2009), o desconforto parece surgir em até 50% dos pacientes submetidos a VNI²⁷ e, segundo Carron et al (2013), está associado a falência da ventilação em 12-33% dos casos, relacionando-se diretamente com a pressão exercida pelos pontos de contacto da máscara com a superfície da pele, em virtude da tensão aplicada às fitas de suporte²⁹.

Após a revisão de 154 artigos (62 dos quais pertencentes à tipologia de ensaios clínicos randomizados), o trabalho de Carron et al permitiu verificar que o desconforto é maior quando são utilizadas peças bucais, seguindo-se, por ordem decrescente, as máscaras nasais e oronasais, respetivamente²⁹. Foi igualmente denotada uma estreita relação entre a intensidade do desconforto sentido pelo doente e o risco de desenvolvimento de úlcera cutânea, sendo, deste modo, maior o risco de lesão cutânea da pirâmide nasal²⁹. A redução da tensão nas fitas do arnês, assim como a mudança de interface, constituem as duas principais medidas destinadas à redução do desconforto. O capacete foi ainda considerado, por diversos autores, como a melhor alternativa para minimizar a intolerância induzida pela máscara, permitindo, assim, o prolongamento da ventilação por maiores períodos de tempo^{30,31,32}. No entanto, deve ter-se em atenção que, quando em intervenções agudas e de curta duração, não se verificam diferenças significativas entre o conforto potenciado por ambas as interfaces³³. Estudos não controlados vieram também demonstrar que o desconforto pode ser minimizado, sem compromisso acrescido da função ventilatória do paciente, através do recurso, em ambiente altamente controlado, a sedação à base de remifentanil e infusão de propofol^{34,35}.

O ruído constitui, de igual forma, uma problemática comum durante a realização de ventilação não invasiva, contribuindo, não só para a sensação de desconforto, como também para o desenvolvimento de perturbações do sono e alterações da função auditiva²⁹. Deve ter-se também em atenção que o nível de ruído a que o doente se encontra exposto varia amplamente com a interface utilizada²⁹. De acordo com Cavaliere et al (2004), numa investigação cujo principal objetivo consistia na determinação do nível de exposição ao ruído em função da interface selecionada para a realização de VNI, os capacetes encontraram-se associados a níveis de ruído significativamente superiores quando comparados com as máscaras nasais e faciais, excedendo-se, frequentemente, os 100 decibéis no seu interior (sugerindo níveis de ruído superiores e qualitativamente distintos do barulho de fundo habitual da enfermaria)³⁶. Segundo os autores, o nível excessivo de ruído deve-se, essencialmente, à turbulência do fluxo de gás ao longo do circuito respiratório, podendo ser atenuado pela utilização de alguns dispositivos específicos (p.e.: filtros de troca de calor e humidade e limitadores de ruído no ramo inspiratório do circuito)³⁶. Foi ainda demonstrado um potencial impacto, a médio e longo prazo, na função auditiva dos pacientes expostos ao ruído, desde o desenvolvimento de zumbidos até ao desvio temporário do limiar auditivo e/ou perda permanente da audição³⁶. De igual modo, também os sistemas de fornecimento parecem ter impacto, não só na

quantidade, como também na qualidade do ruído percebido, tendo os autores supracitados demonstrado, num projeto levado a cabo em 2008, que sistemas de fornecimento de CPAP com recurso a efeito de *Venturi* geram níveis de ruído substancialmente superiores comparativamente com os restantes³⁷. Assim sendo, por forma a mitigar as consequências deletérias da exposição ao ruído, deverão ser preferidas máscaras nasais e/ou faciais e sistemas sem efeito de *Venturi*, particularmente em doentes com necessidades prolongadas de ventilação não invasiva^{29,36,37}.

ii. Claustrofobia

Sensação subjetiva com uma frequência estimada na ordem dos 5-10%, podendo estar presente em intensidade bastante variável, desde desconforto ligeiro até percepção aflitiva de sufocação e respiração restritiva²⁹.

Na sua generalidade, as máscaras faciais, nomeadamente as de tipo oronasal, são aquelas que mais se associam a este tipo de complicação²⁹. Por sua vez, as interfaces nasais e os capacetes constituem alternativas sólidas às anteriores, presumindo-se que a ausência de contacto direto destas com a pirâmide nasal, associadamente ao facto de não limitarem o normal campo visual do doente, representam os principais pontos-chave na minimização da sensação de claustrofobia por parte do paciente²⁸. Um estudo piloto prospetivo idealizado por Tonnelier et al (2003), com o objetivo de avaliar a eficácia clínica da realização de CPAP por intermédio de capacete, quando em comparação com o recurso a máscaras faciais *standard*, permitiu evidenciar que esta interface se encontra adequada mesmo para casos de insuficiência respiratória aguda severa, sem efeitos adversos ou intolerância clínica aparentes, favorecendo, deste modo, a administração de CPAP por períodos de tempo consideravelmente superiores aos objetivados para as máscaras faciais³⁸.

iii. Lesão Cutânea e Ulceração da Pirâmide Nasal

Tal como referido anteriormente, o seu desenvolvimento encontra-se em íntima relação com a pressão exercida nos pontos de contacto da máscara com a pele do paciente (passível de rondar valores na ordem dos 70mmHg), sendo que a sua incidência aumenta com a duração da ventilação^{9,27,28,29}. No entanto, deve ter-se ainda em consideração que outros fatores, tais como aumento do volume de ar a nível das almofadas constituintes da interface ou recurso a pressões inspiratórias sucessivamente maiores poderão atuar como potenciadores da ulceração, apresentando, deste modo, efeito aditivo sobre as pressões exercidas pelo arnês.

Diversos ensaios relativos à utilização da VNI em fases precoces da patologia aguda reportaram frequências variáveis entre os 5 e os 50% no que respeita às referidas complicações, verificando-se também que, apesar de algumas melhorias no *design* das interfaces, as frequências permanecem elevadas, rondando os 3-87%³⁹. A maior parte dos casos de úlcera cutânea tem localização preferencial a nível da pirâmide nasal, podendo, no entanto, ocorrer em qualquer ponto de contacto da interface com a superfície cutânea (p.e.: proeminência malar, queixo e região frontal)⁹.

De acordo com um estudo realizado por Hsu et al (2006), referente à qualidade dos cuidados prestados a pacientes com úlceras de pressão agudas no âmbito da ventilação não invasiva, foi possível verificar que tais lesões foram primariamente causadas pela pressão exercida pelos dispositivos de fixação (53%), ocorrendo preferencialmente em doentes a realizar ventilação por pressão positiva com recurso a máscara facial (22%)⁴⁰.

Deve ter-se ainda em consideração que a sua ocorrência está também dependente da existência de fatores de risco individuais, passíveis, ou não, de modificação⁹, encontrando-se estes especificados na Tabela VIII (anexo 8). Não obstante as condições de risco acrescido descritas, o trabalho levado a cabo por Apold e Rydrych (2012) permitiu evidenciar que a principal causa para a ocorrência de úlceras de pressão está intrinsecamente associada à falta de conhecimento e compreensão por parte dos profissionais de saúde acerca da frequência com que as interfaces devem ser levantadas e/ou removidas e a pele inspecionada⁴¹. Assim sendo, revela-se imperativo identificar todos os pacientes em risco de desenvolver úlceras provocadas pela interface, através da inspeção cuidadosa da pele da face, de modo a que estratégias preventivas sejam adotadas desde o início da ventilação.

Do ponto de vista clínico é de particular importância classificar a lesão, dado o impacto que o seu grau apresenta, não só em termos terapêuticos, como também em matéria de prognóstico, encontrando-se a sua classificação NPUAP⁴² apresentada na tabela IX (anexo 9). Ainda de acordo com o estudo supracitado (Hsu et al (2006)), a maior parte das lesões foram classificadas como úlceras de grau 1 (58%), com rara incidência de úlceras grau 3 e 4⁴⁰.

O ponto chave na abordagem deste tipo de pacientes deverá consistir, em primeira linha, no recurso a cuidados e medidas preventivas, por forma a evitar e minimizar a ocorrência de tais lesões. Assim sendo, a seleção de uma interface de tamanho adequado, bem como aplicação da menor pressão de contacto capaz de prevenir fugas de ar significativas (sendo, assim, legítima uma ligeira fuga intencional), vigilância, inspeção, limpeza e hidratação cutânea regulares, constituem a pedra basilar da terapêutica, sendo fundamental a sensibilização dos clínicos para o reposicionamento e remoção/pausa regulares das interfaces^{9,27,28,29}. Aquando da colocação da mesma, as fitas do cabresto não deverão ser demasiado apertadas, pelo que, ao ser possível introduzir facilmente dois dedos entre estas e a superfície da pele do paciente, garante-se que a tensão exercida pelo arnês não é excessiva^{9,27,28,29}.

Por forma a enfatizar a importância do levantar da máscara e inspeção da pele adjacente, apresenta-se o *case report* elaborado por Ahmad et al (2013), referente a dois pacientes com evidência de necrose extensa da pirâmide nasal secundária ao uso de CPAP por máscara facial, sem remoção da mesma por um período superior a 90 horas cumulativas. Pela sua análise, foi possível constatar que a retirada da interface a cada 2 a 4 horas parece ser o *timing* ideal para uma redução significativa do risco de desenvolvimento de úlceras de pressão⁴³. O recurso a esquemas programados de utilização sequencial de diferentes tipos de interfaces parece revestir-se, igualmente, de enorme utilidade na prevenção da úlcera, pela promoção da redução da força exercida através da alternância entre os seus principais pontos de aplicação⁴³. O método mais frequentemente utilizado consiste na transição periódica entre a máscara oronasal e a facial total, garantindo-se, assim, o alívio apropriado da pressão sentida sobre a pirâmide nasal⁴³. Dado o seu amplo benefício, esta medida deve ser recomendada, *ad iniciam*, a todos os doentes que apresentem diversos fatores de alto risco para o desenvolvimento de lesões ulceradas e sempre que seja previsível o recurso a VNI contínua por períodos prolongados⁴³.

Para além de tais medidas gerais, constatamos ainda que diversos autores se dedicaram à avaliação do impacto de agentes tópicos e compressas/esponjas de revestimento à base de silicone e hidrocolóide, na minimização do risco da úlcera de pressão^{9,27,29}. A investigação levada a cabo por Weng et al (2006), com o objetivo de determinar o efeito protetor da aplicação de compressas de hidrocolóide na face de pacientes a receber ventilação não invasiva, revelou uma menor incidência de tais úlceras no grupo de estudo, quando em comparação com os doentes pertencentes ao grupo de controlo⁴⁴. Achados similares foram também reportados no estudo realizado por Bishopp et al (2019), centrado nos efeitos da instituição precoce de materiais de revestimento à base de hidrocolóide na redução do risco de desenvolvimento de úlceras da pirâmide nasal de grau 2 ou superior, tendo-se verificado que, no grupo de intervenção, nenhum doente evidenciou sinais de ulceração ao longo do curso da VNI, comparativamente com uma incidência de ulceração da

pirâmide nasal na ordem dos 6% no grupo de controlo⁴⁵. Assim sendo, ambos os estudos supracitados advogam e favorecem o recurso a materiais de revestimento como forma de prevenção de úlceras da pirâmide nasal, nomeadamente em indivíduos com características de alto risco ou naqueles com sinais precusores de eventual lesão cutânea, ainda que a evidência atual acerca da eficácia e efetividade de tais medidas preventivas denote algumas limitações^{44,45}.

iv. Rebreathing de Dióxido de Carbono

Complicação passível de ocorrer em 50 a 100% dos pacientes ventilados, apresentando tipicamente um caráter multifatorial, ou seja, a sua ocorrência dependerá, não só da interface utilizada, como também do circuito de ventilação, modo e padrão respiratório do suporte ventilatório fornecido^{9,27,28,29}. Na medida em que esta situação é amplamente influenciada pela proporção de espaço morto conferido pelo equipamento, contribuindo ainda para um aumento do *drive* ventilatório e sobrecarga dos músculos respiratórios, deverá ser corretamente endereçada.

O estudo de Taccone et al (2004), idealizado para a objetivação do efeito dos capacetes sobre o fenómeno de *rebreathing*, permitiu constatar que tais interfaces, contrariamente às máscaras nasais e/ou faciais, contribuem largamente para o referido efeito, na medida em que, sendo o seu volume interno de gás constantemente superior ao volume corrente, aumentam consideravelmente a quantidade de dióxido de carbono reinalado⁴⁶. Deste modo, o pressuposto de que os capacetes se comportam como sistemas semifechados, passíveis de contaminação por CO₂ em grau variável, foi demonstrado como verdadeiro no decurso desta investigação⁴⁶. Por sua vez, objetivou-se ainda que as máscaras nasais e faciais causam *rebreathing* de forma diretamente proporcional ao seu volume interno e, sendo este volume inferior ao corrente, a quantidade de CO₂ reinalado é substancialmente menor⁴⁶.

Denotou-se ainda que o circuito ventilatório tem impacto nesta complicação, na medida em que circuitos de ramo único conferem um risco acrescido para a sua ocorrência, devendo, como tal, encontrar-se equipados de mecanismos de remoção do CO₂ exalado, tais como válvulas expiratórias ou portas de exalação⁹. Por sua vez, a configuração de EPAP mínima a considerar na maioria dos ventiladores de ramo único deverá ser de 4 cmH₂O, por forma a reduzir o risco de *rebreathing*¹¹.

v. **Assincronia Paciente-Ventilador**

Um dos fatores chave na tolerância da VNI respeita a total sincronia entre a atividade respiratória normal e espontânea do paciente e os parâmetros ventilatórios definidos no equipamento por parte do clínico²⁹. Assim sendo, dois objetivos, ainda que ligeiramente antagônicos, devem ser assegurados aquando da introdução de ventilação assistida: (i.) evitar a disfunção diafragmática induzida pelo ventilador, permitindo esforço natural por parte do doente e (ii.) fornecer suporte ventilatório suficiente para reduzir o esforço ventilatório do paciente⁴⁷. Tendo por base os pressupostos apresentados, o fenómeno de assincronia paciente-ventilador pode, então, ser definido como um *mismatch* entre os tempos inspiratórios e expiratórios do paciente e do ventilador, podendo ser facilmente objetivados pelo clínico diversos padrões major de assincronia: *triggering* ineficaz, duplo *trigger* ou auto *trigger* e ciclos prematuros ou tardios⁴⁷.

O estudo multicêntrico de Vignaux et al (2009), idealizado com o objetivo de documentar a natureza e magnitude da assincronia paciente-ventilador no decurso da ventilação não invasiva no contexto da falência respiratória aguda, verificou que cada um dos tipos específicos de assincronia supramencionados ocorreu em 12-23% dos pacientes, com principal destaque para o *triggering* duplo e ciclos tardios⁴⁸. Por intermédio da definição de um índice de assincronia (i.e., quociente entre o número de eventos de assincronia e a frequência respiratória total) que, quando superior a 10% sugere assincronia grave, foi possível constatar que cerca de 43% da amostra se inseria nesta categoria, sendo o nível de pressão fornecido e a magnitude das fugas de ar os principais parâmetros relacionados com a sua ocorrência⁴⁸.

Por sua vez, o estudo prospetivo de Thille et al (2006) identificou quais as principais características inerentes ao indivíduo passíveis de aumentar a incidência da assincronia paciente-ventilador, destacando-se: sexo masculino, antecedentes patológicos de DPOC, alcalose e elevação dos níveis de bicarbonato⁴⁷. De igual modo, também as interfaces selecionadas para a administração de suporte ventilatório constituem um importante fator de impacto na ocorrência desta complicação, pelo que Costa et al (2010) demonstrou que a sincronia paciente-ventilador é prejudicada aquando da utilização de peças bucais, quando em comparação com o recurso a máscaras nasais ou faciais⁴⁹. Já os capacetes, quando confrontados com os restantes tipos de máscaras, comprometem amplamente a interação paciente-ventilador, na medida em que as suas características individuais (reduzida elasticidade e elevado volume interno) potenciam maiores atrasos nos tempos inspiratórios e expiratórios⁴⁹.

A Tabela X (anexo 10) evidencia, de forma sistemática, os principais eventos *major* de assincronia, assim como os seus fatores de maior influência.

B. COMPLICAÇÕES RELACIONADAS COM A PRESSÃO E/OU FLUXO

i. Secura e Congestão Nasal e Oral

No decurso da VNI, a secura e congestão poderão afetar até 50% dos indivíduos, particularmente aqueles com recurso ao modo CPAP e por intermédio de máscara nasal, sendo que a sua ocorrência parece ser diretamente influenciada pela intensidade das fugas de ar pela boca^{9,29}. De acordo com Branson e Gentile (2010), o ar frio e seco fornecido pelo ventilador condiciona a capacidade de aquecimento e humificação por parte da mucosa, potenciando secura progressiva e libertação local de mediadores inflamatórios. Por sua vez, a sua infiltração favorece o processo congestivo, com aumento crescente da resistência das vias aéreas e redução do volume corrente⁵⁰. À semelhança da mucosa nasal, também a árvore traqueobrônquica parece sofrer alterações inerentes à exposição mantida ao ar frio, nomeadamente secura de secreções, formação de rolhões mucosos, descamação epitelial e, eventualmente, atelectasias⁵⁰.

Conjuntamente com a minimização das fugas, os cuidados locais regulares e a utilização de agentes tópicos (i.e., solução salina, descongestionantes e corticóides nasais), o aquecimento e humificação dos gases ventilados poderão também fazer parte da sua abordagem⁹. Ainda que esta prática esteja bem estabelecida no contexto da VNI de longa duração e nos pacientes a realizar ventilação mecânica invasiva, a sua aplicabilidade no doente em falência respiratória aguda permanece controversa, pelo facto de este tipo de doentes apresentar capacidade de aquecimento e humificação dos gases inspirados similar à dos indivíduos saudáveis^{9,51}. Deste modo, ainda que a humificação não pareça ser necessária de forma rotineira no decurso da VNI de curta duração, níveis inadequados de humificação dos gases medicinais comprometem o conforto do doente, considerando-se os 10mgH₂O/l como o valor mínimo de humidade necessário para minimizar o dano da mucosa das vias aéreas superiores⁵¹.

ii. Fugas de Ar

No presente contexto, revestem-se de maior interesse as fugas acidentais (do paciente), na medida em que as intencionais (do circuito) estão incorporadas na vasta maioria dos circuitos de VNI como forma de minimização do *rebreathing* de dióxido de carbono e, desse modo, não constituem uma verdadeira complicação⁹. As fugas não intencionais ocorrem predominantemente a nível das extremidades da interface ou através de respiração oral excessiva, particularmente aquando da utilização de interfaces nasais⁹. Em função da sua gravidade, os efeitos adversos associados podem variar desde irritação mucocutânea e conjuntivite (para fugas de pequeno volume), até assincronia paciente-ventilador (para fugas de acentuado volume)⁹. Atualmente, os ventiladores de VNI utilizados para o fornecimento de ventilação controlada por pressão compensam valores de fuga até cerca de 7-25l/m e, deste modo, mantêm a sincronia entre o doente e o ventilador, permitindo uma ventilação eficaz.

De acordo com o trabalho de Storre et al (2009), o fenómeno de fuga pode ser considerado negligenciável sempre que uma adaptação ótima da interface é conseguida⁵². Por outro lado, objetivou-se ainda um aumento compensatório do volume inspiratório fornecido, no caso de fuga significativa e no âmbito da ventilação controlada por pressão, mas não na controlada por volume. Tal incremento, ainda que pareça alimentar o próprio fenómeno de fuga e propicie apenas aumentos ligeiros no volume corrente, apresenta um impacto clínico significativo e positivo, particularmente no controlo da dispneia⁵². Assim sendo, os autores concluíram que a ventilação controlada por pressão é superior àquela controlada por volume no que respeita a compensação das fugas de gás⁵².

iii. Aerofagia e Distensão Gástrica

A vasta maioria dos pacientes submetidos a ventilação não invasiva refere experienciar a sensação de aerofagia, ao passo que somente 5-50% dos doentes apresentará, efetivamente, insuflação gástrica²⁹.

São vários os fatores que parecem influenciar a distribuição do volume ventilatório entre os pulmões e o trato digestivo, considerando-se de particular pertinência a resistência e *compliance* das vias aéreas, a pressão e tonicidade do esfíncter esofágico inferior e ainda a técnica de suporte eleita pelos profissionais de saúde²⁹. Por sua vez, o fenómeno de insuflação gástrica propriamente dito encontra-se dependente, de acordo com Luria et al (2006), das seguintes variáveis: posição da cabeça, débito do fluxo insuflado, tempo inspiratório e volume corrente⁵³. Deste modo, todas as situações passíveis de incrementar significativamente a pressão sentida no interior da via aérea, favorecem a entrada de ar para o tubo digestivo⁵³.

De Keulenaer et al (2003), demonstrou, por intermédio do seu *case report* referente aos efeitos da ventilação não invasiva por pressão positiva na pressão intra-abdominal, o impacto nefasto da aerofagia e hiperinsuflação gástrica⁵⁴. Não obstante ser considerada uma complicação *minor*, quando presente aumenta consideravelmente o risco de desfechos adversos, tais como diminuição da *compliance* pulmonar, regurgitação do conteúdo gástrico, pneumonia de aspiração e, em casos mais severos, hipertensão intra-abdominal, síndrome de compartimento abdominal, rotura gástrica e, eventualmente, colapso cardiorrespiratório⁵⁴.

Por forma a minimizar a ocorrência de aerofagia e distensão gástrica, a abordagem fundamental consiste em evitar a utilização de pressões elevadas a nível da via aérea. No entanto, o valor ótimo de pressão permanece ainda por esclarecer, devendo esta ser definida com base no conforto e tolerância do doente^{27,29}. Sempre que, por questões clínicas, o paciente careça de pressões inspiratórias elevadas, o suporte ventilatório deverá ser realizado na posição de sentado e espaçado das principais refeições, podendo ainda recorrer-se à administração de fármacos pró-cinéticos para facilitar o esvaziamento gástrico e minimizar a aerofagia^{53,54}. De notar que a colocação rotineira de sonda nasogástrica não se encontra recomendada, ficando reservada para casos de elevada suspeição de elevação da pressão intra-abdominal (i.e. valores de pressão intra-abdominal superiores a 10mmHg) ou de complicações acrescidas^{53,54}.

C. COMPLICAÇÕES RELACIONADAS COM O PACIENTE

i. Barotrauma

Na medida em que as pressões utilizadas são, habitualmente, insuficientes para induzir tais lesões (i.e., inferiores a 25cmH₂O), o risco de barotrauma é consideravelmente baixo no contexto da ventilação não invasiva, sendo, por isso, considerada uma complicação rara²⁸. Apesar da ventilação por pressão positiva poder, por si só, incrementar o risco de barotrauma, outros fatores adicionais parecem ser necessários para a sua ocorrência, nomeadamente condições associadas a dano do parênquima pulmonar²⁹. Assim sendo, foi possível demonstrar a relação entre patologias como DPOC, asma, fibrose quística, doença pulmonar intersticial, lesão pulmonar aguda secundária a pneumonia e doenças neuromusculares e a ocorrência de pneumotórax no decurso da VNI^{29,55}.

Do ponto de vista fisiopatológico o barotrauma pode manifestar-se sobre a forma de hiperinsuflação pulmonar, pneumotórax, pneumomediastino, enfisema subcutâneo e/ou fístulas broncopleurais, decorrendo de uma elevação significativa do gradiente de pressão sentido entre as estruturas alveolares e o leito vascular adjacente, com rotura alveolar e disseção do tecido intersticial⁵⁶.

Por forma a mitigar o risco de uma complicação que, apesar de rara pode ser potencialmente fatal, a medida primordial passa pelo controlo da pressão fornecida no decurso da ventilação, particularmente em pacientes com reduzida *compliance* pulmonar²⁹. Outras medidas a aplicar poderão passar por: redução das pressões inspiratória e expiratória e otimização dos respetivos tempos e minimização da ocorrência de assincronia entre o paciente e o ventilador^{29,56}. O *case report* de Choo-Kang et al (2002) evidenciou ainda a utilidade da pleurodese, quer de natureza química (por instilação de doxiciclina), quer de natureza cirúrgica, a reservar para casos de pneumotórax recorrente em doentes sob VNI, como modo de prevenção de novos episódios de pneumotórax por barotrauma⁵⁷.

ii. Alterações Hemodinâmicas

Do ponto de vista fisiopatológico, a aplicação de ventilação por pressão positiva, quer de forma invasiva, quer não invasiva, poderá ter impacto negativo a nível da estabilidade hemodinâmica do paciente^{27,28,29}. Valipour et al (2005) avaliou os efeitos fisiológicos agudos da ventilação por pressão positiva por intermédio de máscara nasal em 10 voluntários saudáveis, após hipotetização de que o aumento da pressão intratorácica resultaria em alterações hemodinâmicas, nomeadamente a nível da frequência e débito cardíaco, tensão arterial, *stroke volume* do ventrículo esquerdo e resistência vascular periférica, com impacto eletrocardiográfico (i.e., no intervalo R-R)⁵⁸. De um modo geral, os autores constataram uma redução global do DC e SV face ao valor base (em 28% e 38%, respetivamente) e um incremento progressivo da RVP, concordantes com o aumento da pressão ventilatória fornecida, sendo o impacto de tais alterações mais significativo para valores de pressão superiores a 15cmH₂O⁵⁸. Por sua vez, o estudo de Maestroni et al (2009) responsável por avaliar os efeitos agudos da aplicação de PEEP sobre a função diastólica do ventrículo esquerdo em indivíduos saudáveis, demonstrou que a ventilação por CPAP modifica os parâmetros diastólicos deste ventrículo, com particular afetação do seu relaxamento e da velocidade da fase inicial do seu enchimento⁵⁹.

De um modo geral, os efeitos hemodinâmicos induzidos pela ventilação não invasiva são de maior impacto em indivíduos com doença severa, marcadamente hipotensos e/ou depletados de volume, previamente à instituição da terapêutica ventilatória, e ainda em pacientes com patologia cardíaca subjacente e mal controlada²⁹. Como tal, a administração conservadora e cautelosa de volume corrente e PEEP é fundamental por forma a mitigar a instabilidade hemodinâmica em indivíduos de risco²⁹.

iii. Pneumonia de Aspiração

Quando em comparação com a ventilação mecânica invasiva, a VNI comporta um risco, ainda que não desprezível, globalmente inferior de pneumonia associada ao ventilador, sugerindo, a evidência atual, que tal se deverá à não utilização de tubos endotraqueais^{60,61,62}. Assim sendo, o favorecimento da utilização da VNI em detrimento da ventilação invasiva permitirá reduzir largamente a mortalidade em contexto hospitalar^{60,61,62}.

Não obstante a reduzida incidência desta complicação (<5%), o risco de aspiração (p.e.: conteúdo gástrico, secreções e, eventualmente, fluido de condensação proveniente do circuito ventilatório) não deve ser negligenciado, particularmente em doentes com aparente compromisso dos mecanismos de defesa da via aérea (i.e., depressão do estado de consciência, ineficácia do reflexo da tosse, vômitos incoercíveis, entre outros)^{27,28,29}.

Os riscos desta complicação poderão ser minimizados através da seleção criteriosa dos doentes com indicação para a realização de VNI. Por sua vez, diversas medidas preventivas foram já reconhecidas como eficazes e poderão, portanto, ser adotadas: (i.) rápida libertação do arnês aquando de um evento agudo de aspiração, (ii.) colocação do paciente em posição de sentado ou semi-sentado, (iii.) colocação de sonda nasogástrica acoplada a balão esofágico em indivíduos considerados de alto risco, (iv.) utilização criteriosa de sedativos durante a VNI e (v.) recurso a técnicas de remoção de secreções (i.e., aspiração simples, *cough assist* ou broncoscopia de aspiração)^{27,28,29}.

8. ANÁLISE CASUÍSTICA DA UNIDADE DE CUIDADOS INTERMÉDIOS MÉDICA DO CENTRO HOSPITALAR UNIVERSITÁRIO DO PORTO

Por forma a cumprir o objetivo inicialmente proposto, foi obtida uma amostra constituída por 56 pacientes admitidos na Unidade de Cuidados Intermédios Médica do CHUP, durante o período compreendido entre Dezembro de 2018 e Fevereiro de 2019, no contexto de insuficiência respiratória aguda ou crónica agudizada e com necessidade de suporte ventilatório não invasivo.

Do ponto de vista sociodemográfico, verificamos que a população obtida compreendia 29 doentes do sexo masculino (51,8%) e 27 do sexo feminino (48,2%), com uma média de idades de 70,6 anos (85,71% dos elementos com idade igual ou superior a 60 anos). O gráfico 1 (anexo 11) diz respeito ao histograma de distribuição de idades da amostra.

No que respeita às comorbilidades e patologias crónicas patentes na população, denota-se que 50% da amostra apresentava 2 ou mais comorbilidades em gestão, destacando-se as seguintes, por ordem decrescente de incidência: DPOC (N=21), cardiopatia hipertensiva (N=14), cardiopatia isquémica (N=12), diabetes mellitus (N=8), cardiopatia valvular (N=7), e SAOS (N=7). Denote-se ainda que 12 elementos da amostra analisada realizavam já VNI domiciliária, previamente à admissão hospitalar, recomendada pelos seguintes motivos: SAOS (N=7), DPOC (N=4) e SHO (N=1). Os gráficos 2 e 3 (anexos 12 e 13, respetivamente) remetem-nos para o panorama geral das comorbilidades na amostra.

No gráfico 4 (anexo 14) encontramos os diversos diagnósticos registados à admissão, devendo ter-se em consideração que, nem sempre o diagnóstico de admissão do doente constitui a principal indicação clínica para a realização de VNI. Assim sendo, verificamos que a indicação evidenciada por mais de metade da amostra foi o EAP/ICC (N=31), seguindo-se a EADPOC (N=12), a pneumonia (N=8) e a EADPC (N=2, com as bronquiectasias enquanto patologia base em ambos os casos). A distribuição global das diversas indicações reportadas encontra-se ilustrada no gráfico 5 (anexo 15).

Já no que concerne a finalidade inerente ao suporte ventilatório não invasivo, este pode ser efetuado de forma: (i.) paliativa, para controlo de dispneia em doentes DNI/DNR, (ii.) profilática, como método de prevenção da IR pós-extubação, (iii.) facilitadora do desmame de VMI e (iv.) terapêutica, enquanto método de controlo da progressão da insuficiência respiratória. Na sua vertente terapêutica, definem-se duas finalidades: evitar a EOT (i.e., quando pH 7.25-7.35 e/ou PaO₂/FiO₂=200-250) ou alternativa à EOT (i.e., quando pH <7.25 e/ou PaO₂/FiO₂ <200). Como evidenciado no gráfico 6 (anexo 16), somente um dos elementos realizou VNI como forma de prevenção da IR pós-extubação, sendo que, na vasta maioria dos casos, esta técnica foi aplicada com

o objetivo major de evitar a EOT (69,6%, N=39). No entanto, dada a gravidade dos doentes admitidos nestas unidades e a sua proximidade à UCI, com possibilidade de EOT e VMI imediata, em 16 doentes foi possível recorrer à VNI como alternativa à EOT.

A totalidade da amostra recebeu suporte com recurso a ventiladores de ramo único acoplados a máscaras ventiladas, sendo que nos doentes com recurso a máscara facial total (Performax®) foi ainda associada uma porta expiratória descartável (DEP respironics®) no circuito. De igual modo, a totalidade da população analisada iniciou VNI por intermédio de máscaras oronasais (Mirage Quattro®), sendo que em apenas 8 dos indivíduos analisados foi adotada uma estratégia de rotação de interfaces, com transição posterior, e em intervalos variáveis, para máscara facial total (Performax®). Na referida unidade, a VNI é fornecida por intermédio de um (ou ambos) dos seguintes ventiladores: V60 Respironics® (FiO₂ até 100%) ou Stellar Resmed® (FiO₂ variável no circuito). Em 26 dos indivíduos foi utilizado somente o ventilador Stellar Resmed®, destacando-se ainda que em 17,9% da amostra foi necessário o recurso a ambos os dispositivos supramencionados. A duração média da VNI, em número de dias, foi de 4,65, sendo que 11 pacientes continuaram suporte ventilatório após alta da UCIM e transição para outros serviços.

Na análise das complicações propriamente ditas, constatamos que, à semelhança do descrito por diversos autores, aquelas relacionadas com a interface predominam face às restantes, com destaque para o desconforto/dor (37,5%). A esta complicação seguiram-se: (i.) eritema cutâneo (21,4%), passível de ser encarado enquanto lesão precursora da úlcera, (ii.) o desconforto inerente ao fluxo de ar (14,3%), (iii.) a secura de mucosas (12,5%) e (iv.) a formação de rolhão de secreções (12,5%). A distribuição e agrupamento das diversas complicações pelas respetivas subclasses encontra-se representada no gráfico 7 (anexo 17), ao passo que frequência das diversas complicações analisadas individualmente encontra-se objetivada no gráfico 8 (anexo 18). Sabe-se ainda que, na sua generalidade, a incidência de tais efeitos adversos tende a aumentar com a duração da VNI, pelo que complicações como secura de mucosas, congestão nasal, irritação ocular/conjuntivite, eritema cutâneo e úlcera da pirâmide nasal ocorreram maioritariamente para períodos de ventilação iguais ou superiores a 48h.

No que respeita o caso específico da úlcera cutânea, ainda que se trate de uma das complicações mais descritas e estudadas na literatura científica atual, podendo acometer até 100% dos indivíduos, verificamos que ocorreu em 10,7% (N=6) dos casos. Não obstante, 53,6% (N=30) dos pacientes apresentava um ou mais fatores de risco para o seu desenvolvimento. Interessa ainda relacionar a sua ocorrência com a estratégia de rotação de interfaces, tendo-se objetivado que, em todos os casos de úlcera tal mudança foi efetuada. No entanto, nenhuma das rotações foi privilegiada durante as primeiras 48 horas de VNI, levando-nos a inferir que esta estratégia foi

adotada, não como forma de prevenção da complicação, mas sim para evitar o agravamento das lesões já estabelecidas.

Também à semelhança do descrito na literatura, as complicações *major* relacionadas com o paciente (i.e., barotrauma, aspiração e hipotensão) foram igualmente raras, registando-se somente um episódio de aspiração.

A falência da VNI, definida como a necessidade de EOT e VM ou morte, foi reportada em 17,9% dos casos (N=10), sendo que 80% (N=8) destes doentes apresentava DNI/DNR. O resultado obtido vai ao encontro da taxa de falência reportada na literatura, e que varia amplamente entre 5 a 60%, dependendo de inúmeros fatores, sendo o principal a causa da IRA⁶³. No presente estudo, denotaram-se as seguintes causas para o insucesso: progressão da IR (N=5), narcose de CO₂ (N=2), secreções/atelectasia (N=2) e alterações do estado de consciência (N=1), tal como demonstrado no gráfico 9 (anexo 19). Quando em caso de falência, a entubação orotraqueal e posterior iniciação de VMI constitui a alternativa terapêutica mais apropriada. No presente estudo, e tal como objetivado no gráfico 11 (anexo 21), somente 2 das 10 situações de falência culminaram com a realização de EOT, sendo que nos restantes 8 casos tal medida foi desconsiderada pelo estabelecimento de limites à intervenção terapêutica por parte da equipa clínica (i.e., DNI/DNR). Interessa ainda atentar no facto de que apenas dois dos casos de falência ocorreram sem qualquer complicação reportada, ao passo que nos oito restantes duas ou mais complicações precederam o insucesso.

De um modo geral, o outcome global dos pacientes após o seu período de internamento hospitalar parece enquadrar-se numa das seguintes hipóteses: alta sem ventiloterapia, alta com ventiloterapia e morte, encontrando-se as frequências de cada um destes desfechos especificadas no gráfico 10 (anexo 20). Deve ainda atentar-se na relação existente entre a ocorrência de falência da VNI e a mortalidade, na medida em que somente um dos casos de insucesso teve como desfecho a alta para o domicílio. Por sua vez, interessa também salientar que a maior parte das mortes ocorreram em casos de falência associados a DNI/DNR, o que poderá levar-nos a questionar se o outcome final foi efetivamente influenciado pelo insucesso da VNI ou, por sua vez, pela gravidade do quadro clínico do paciente. Os gráficos 11 e 12 (anexos 21 e 22, respetivamente) pretendem relacionar o fenómeno de falência com o outcome global dos pacientes.

9. PROTOCOLO DE MONITORIZAÇÃO E ABORDAGEM DE COMPLICAÇÕES

Por forma a minorar os potenciais efeitos deletérios da VNI e melhorar a eficácia e adesão à terapêutica ventilatória, sugere-se o desenvolvimento e posterior implementação de um protocolo de monitorização, deteção precoce e abordagem das diversas complicações acima explanadas. Pretende-se que tal ferramenta seja adotada por serviços e unidades especializadas na sua prática rotineira, como forma de auxílio à decisão e intervenção por parte dos profissionais de saúde.

Tal protocolo consistirá em: (i) documento de registo diário de complicações e outras informações clínicas de particular impacto, nomeadamente comorbilidades, diagnóstico à admissão, indicação clínica para a realização de VNI, equipamento utilizado e duração da terapêutica, enquanto elemento crucial para a prevenção e deteção precoce de efeitos adversos e (ii) esquema de abordagem das diversas complicações já estabelecidas, tendo for base a melhor evidência científica.

O esboço do referido protocolo poderá ser consultado nos anexos apresentados (anexo 23), tendo este sido adaptado de material similar disponível na literatura atual referente ao tema e revista ao longo do manuscrito.

10. CONCLUSÃO

O recurso à VNI constitui, atualmente, uma das principais armas terapêuticas para o fornecimento de suporte ventilatório, particularmente enquanto alternativa à VMI. Não obstante o seu vasto leque de indicações, foi possível constatar que esta prática não se encontra isenta de riscos e complicações, podendo estas ocorrer em grau variável de gravidade.

O conhecimento acerca das principais complicações inerentes à realização de VNI, da sua representatividade e fator de impacto nas diversas unidades hospitalares e respetivo outcome dos pacientes, permitiu a definição dos melhores métodos de prevenção e abordagem.

Ainda que a casuística apresentada remeta para uma amostra de pequena dimensão e que, como tal, poderá limitar a tomada de conclusões, foi possível comprovar que esta se aproxima, em diversos parâmetros, do panorama geral descrito na literatura, tanto em termos de indicações clínicas, como no que respeita a frequência de complicações e percentagem de falência. Por sua vez, permitiu denotar também a necessidade de introduzir, reforçar e otimizar estratégias preventivas no local de estudo.

Como tal, atesta-se que a prevenção de tais complicações passará, numa fase inicial, pela seleção rigorosa dos candidatos, atentando-se vigorosamente no reconhecimento de fatores de risco e existência de contra-indicações à sua aplicação. Por sua vez, a escolha do equipamento revelou-se de igual importância, pelo que a determinação da interface e mecanismo de suporte ideais para cada doente em questão deverá ser cuidadosamente ponderada.

Por último, considera-se pertinente recomendar a adoção de estratégias de monitorização e intervenção precoce por parte das equipas de saúde especializadas na aplicação desta técnica ventilatória, como forma de minorar os potenciais efeitos deletérios para o paciente e melhorar a eficácia e adesão ao tratamento, encontrando-se no protocolo desenvolvido e anexado uma resposta válida para o problema enunciado.

11. ANEXOS

ANEXO 1 - TABELA I

Tabela I – Modos ventilatórios atualmente disponíveis para a realização de VNI. (Adaptada a partir de Simonds (2015)¹², Kacmarek (2011)⁶⁴, Shneerson e Simonds (2002)⁶⁵, Ferreira et al (2009)⁶⁶ e Garpestad et al (2007)⁶⁷)

Modos Ventilatórios		
Ventilação Regulada por Pressão Negativa		
Funciona criando uma pressão subatmosférica ao redor do tórax, diminuindo a pressão pleural e alveolar e, assim, facilitando o fluxo de ar para os pulmões do paciente. Atualmente é já uma modalidade pouco utilizada, podendo ser aplicada no suporte de pacientes com patologia da parede torácica.		
Ventilação Regulada por Pressão Positiva		
CPAP	BIPAP/Binível	PSV
Mantém uma pressão positiva nas vias respiratórias durante todo o ciclo respiratório, não assistindo ativamente a inspiração. Como tal, não pode ser considerado um “verdadeiro” modo ventilatório. Pode ser considerada no tratamento do edema pulmonar cardiogénico, ou, profilaticamente, para pacientes em contexto pós-operatório.	Modo mais comumente usado para administrar VNI, consistindo na aplicação de dois níveis de pressão: uma pressão inspiratória maior (IPAP) e uma pressão expiratória menor (EPAP). O IPAP permite redução do trabalho respiratório, ao passo que o EPAP estabiliza a via aérea e impede <i>rebreathing</i> de CO ₂ . Poderá ser aplicada em qualquer causa de IRA.	Modo semelhante à VNI Binível, mas habitualmente fornecido nos ventiladores de UCI.
Ventilação Regulada por Volume		
Ainda que utilizada com menor frequência, poderá ainda ter papel interventivo na VNI de agudos. Para tal, requer a programação do volume corrente (cerca 6-8 mL /kg peso ideal) ou volume-minuto a ser entregue, apresentando, no entanto, algumas limitações no âmbito da compensação de fugas		
Outros modos: Proportional Assist Ventilation (PAV), Neurally Adjusted Ventilator Assist (NAVA), Average Volume Assured Pressure Support (AVPS e IVAPS)		

ANEXO 2 - TABELA II

Tabela II – Indicações mais atuais, e respetivos níveis de recomendação, para a realização de VNI no doente agudo. (Adaptada de Rochweg et al (2017)⁵)

Forte Recomendação a Favor	Recomendação Condicional a Favor	Recomendação Condicional Contra	Sem Recomendação
Exacerbação Aguda DPOC (Para prevenção de EOT se pH 7.25 – 7.35 ou como alternativa a EOT se pH <7.25) Edema Agudo Pulmão	Desmame VMI no doente hipercápnico. Prevenção da IR pós- extubação em doente de risco. Imunocomprometidos. IR pós-operatória. Trauma VNI Paliativa	Prevenção da hipercápnia na EADPOC Tratamento da IR pós- extubação	Exacerbação Aguda de Asma IR hipoxémica de novo (Inclui Pneumonia) Pandemia viral

ANEXO 3 - TABELA III

Tabela III – Contraindicações absolutas e relativas à realização de VNI. (Adaptada de Mas e Masip (2014)⁴)

Contraindicações Absolutas	Contraindicações Relativas
Paragem cardiorrespiratória	Instabilidade clínica (hipotensão, choque, isquemia cardíaca, perturbação arritmica)
Incapacidade de adaptação da interface	Agitação psicomotora
Vômitos incoercíveis ou hemorragia digestiva alta de elevada intensidade	Incapacidade de proteção da via aérea
Obstrução total da via aérea superior	Distúrbios da deglutição
Trauma facial	Secreções excessivas não mobilizáveis por técnicas de <i>clearance</i>
Recusa por parte do paciente	Falência orgânica múltipla (dois ou mais órgãos)
Pneumotórax não drenado	Intervenção cirúrgica recente das vias aéreas superiores e/ou do trato gastrointestinal
	Falência respiratória severa e progressiva
	Gravidez

ANEXO 4 - TABELA IV

Tabela IV – Fatores preditores de falência da VNI na insuficiência respiratória aguda. (Adaptada de Mas e Masip (2014)⁴).

Antes da Iniciação da VNI	Após Iniciação da VNI	Após 60 minutos de VNI
ARDS Alteração do estado mental Choque Scores de gravidade elevados Secreções excessivas Elevação significativa da frequência respiratória Hipoxemia severa	Fuga de ar excessiva Assincronia com o ventilador Intolerância subjetiva Doença neurológica subjacente	Ausência de redução da frequência respiratória Ausência de melhoria do pH e PaO ₂ Ausência de redução da PaCO ₂ Sinais de fadiga respiratória

ANEXO 5 - TABELA V

Tabela V – Características da interface ideal para a realização de VNI. (Adaptada de Nava et al (2009)¹³)

Características da Interface Ideal para a Ventilação Não Invasiva
Boa estabilidade, duradoura, não traumática, leve, não deformável, transparente, constituída por material hipoalergénico, baixa resistência ao fluxo, espaço morto mínimo, livre de fuga. Custo reduzido, fácil de manufacturar, disponível em diversos tamanhos.

ANEXO 6 - TABELA VI

Tabela VI – Design e conclusões de estudos relacionados com eficácia, tolerância, conforto e complicações da utilização de determinadas interfaces. (Adaptada de Rochweg et al (2017)¹¹)

	Design do Estudo	Conclusões
Antonaglia²⁵	53 doentes com EADPOC randomizados para a utilização de máscara ou capacete e registo de parâmetros fisiológicos, necessidade de entubação, tempo de internamento e complicações	O uso sequencial de máscara e capacete permitiu reduzir a incidência de falência. O recurso a capacetes aumentou o tempo de internamento e a duração da VNI.
Chacur²⁰	60 doentes randomizados para utilização de máscara facial, de tipo oronasal ou total. Parâmetros clínicos e laboratoriais, bem como o nível de suporte ventilatório foram registados e a tolerância da máscara e necessidade de entubação foram comparadas.	A máscara facial total revelou-se superior em termos de conforto, aumentando a tolerância da VNI por longos períodos tempo, ainda que tal não tenha melhorado o <i>outcome</i> .
Girault¹⁷	90 indivíduos randomizados para a utilização de máscara oronasal ou nasal, sendo o principal <i>end-point</i> do estudo a determinação da falência da interface. <i>End-points</i> secundários, como tolerância, mudança nos parâmetros respiratórios e desfecho do paciente, foram igualmente estabelecidos.	A falência da interface ocorreu com maior frequência no grupo que recebeu a máscara nasal, por incidência significativa de fuga bucal (94% dos casos). O conforto inferior e as complicações mais frequentes no grupo de máscara oronasal, ainda que a melhoria nos parâmetros respiratórios tenha sido similar nos dois grupos.
Ozsancak²⁶	60 indivíduos com IRA foram randomizados para a utilização de máscara oronasal ou facial total. O conforto da máscara e a dispneia foram avaliados por meio de <i>scores</i> analógicos visuais, incluindo-se resultados adicionais, tais como: tempo de aplicação, sinais vitais, trocas gasosas e taxas precoces de descontinuação da VNI.	A máscara oronasal e a máscara facial tiveram tempos de aplicação semelhantes e revelaram-se igualmente confortáveis. Objetivou-se ainda similaridade nas taxas de melhoria nos sinais vitais e trocas gasosas, descontinuação da VNI, entubação e mortalidade.

ANEXO 7 - TABELA VII

Tabela VII – Complicações associadas à realização de VNI e respectivas frequências. (Adaptada de Hill (2002)²⁸)

Complicações da Ventilação Não Invasiva		
Relacionadas com a Interface	Relacionadas com a Pressão/Fluxo	Relacionadas com o Doente
Desconforto (30-50%)	Fuga de ar (18-68%)	Pneumonia de Aspiração (<5%)
Ruído (50-100%)	Secura e congestão nasal e oral (20-50%)	Barotrauma (<5%)
Eritema facial (20-34%)	Distensão gástrica (5-50%)	Efeitos hemodinâmicos (<5%)
Ulceração da ponte nasal (7-100%)		
<i>Rebreathing</i> CO ₂ (50-100%)		
Claustrofobia (5-10%)		
Assincronia paciente-ventilador (50-100%)		
Edema e trombose do membro superior (<5%)		

ANEXO 8 - TABELA VIII

Tabela VIII – Fatores de risco para o desenvolvimento de úlceras de pressão. (Adaptada de Brill (2014)⁹)

Fatores de Risco Para o Desenvolvimento de Úlceras de Pressão	
Fatores gerais	Fatores Extrínsecos
Comprometimento sensitivo	Tensão excessiva nas fitas de suporte
Patologia aguda e/ou crónica concomitante	Máscaras mal-adaptadas (tamanho demasiado grande ou pequeno, modelo inadequado)
Hipóxia ou hipotensão marcada	Forças mecânicas de pressão ou fricção exercidas pela interface
Extremos de idade	Alergia ao material da almofada da interface
Diminuição do nível de consciência	
Doença vascular	
Malnutrição e/ou desidratação	
Condição dermatológica crónica	
História pregressa de úlceras de pressão	
Medicação (p.e.: analgésicos, corticoterapia de longa duração, citotoxinas, entre outros)	

ANEXO 9 - TABELA IX

Tabela IX – Categorização das úlceras de pressão de acordo com o sistema NPUAP. (Adaptada de NPUAP - *Pressure ulcer stages revised by NPUAP* (2007)⁴²)

Categorização das Úlceras de Pressão segundo o European Pressure Ulcer Advisory Panel–National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) Classification System	
Grau 1	Descoloração persistente da pele, incluindo eritema não branqueável.
Grau 2	Perda tecidual parcial, envolvendo a epiderme e a derme.
Grau 3	Perda tecidual em toda a espessura da pele, envolvendo tecido subcutâneo, mas não a fáscia, ossos e tendões subjacentes.
Grau 4	Perda tecidual em toda a espessura da pele, envolvendo a fáscia, ossos ou tendões subjacentes.

ANEXO 10 - TABELA X

Tabela X – Eventos major de assincronia e respetivos fatores de influência. (Adaptada a partir de Thille et al (2006)⁴⁷ e Vignaux et al (2009)⁴⁸)

Eventos <i>Major</i> de Assincronia e Fatores de Influência	
Triggering ineficaz	Ocorre quando o esforço inspiratório do paciente falha em despoletar um estímulo ventilatório por parte do ventilador, relacionando-se com esforço inspiratório mínimo por parte do doente (drive inspiratório e/ou frequência respiratória reduzidos), presença intrínseca de pressão positiva no final da expiração (com aumento subsequente do esforço requerido para ativar o equipamento) e volume de fuga acentuado.
Duplo triggering	Ocorre quando a demanda ventilatória do paciente é elevada e o tempo inspiratório do ventilador demasiadamente curto, sendo o esforço inspiratório excessivo responsável pelo <i>re-triggering</i> do ventilador após a descontinuação de pressurização do mesmo.
Auto triggering	Ciclos produzidos pelo ventilador na ausência de qualquer estímulo por parte do paciente, estando em íntima relação com o nível de fuga de gás. Não obstante o impacto das fugas, a frequência da sua ocorrência dependerá também das definições e tipo de <i>trigger</i> e <i>design</i> do ventilador.
Ciclos curtos/prematuros	Ciclos pautados por tempo inspiratório inferior a metade do tempo inspiratório médio, sendo a presença de condições respiratórias restritivas um dos principais responsáveis pela sua ocorrência.
Ciclos prolongados/tardios	Ciclos pautados por tempo inspiratório superior a duas vezes o tempo inspiratório médio, gerados em pacientes com condições respiratórias obstrutivas e, em maior grau, quando perante fugas abundantes.

ANEXO 11 - GRÁFICO 1

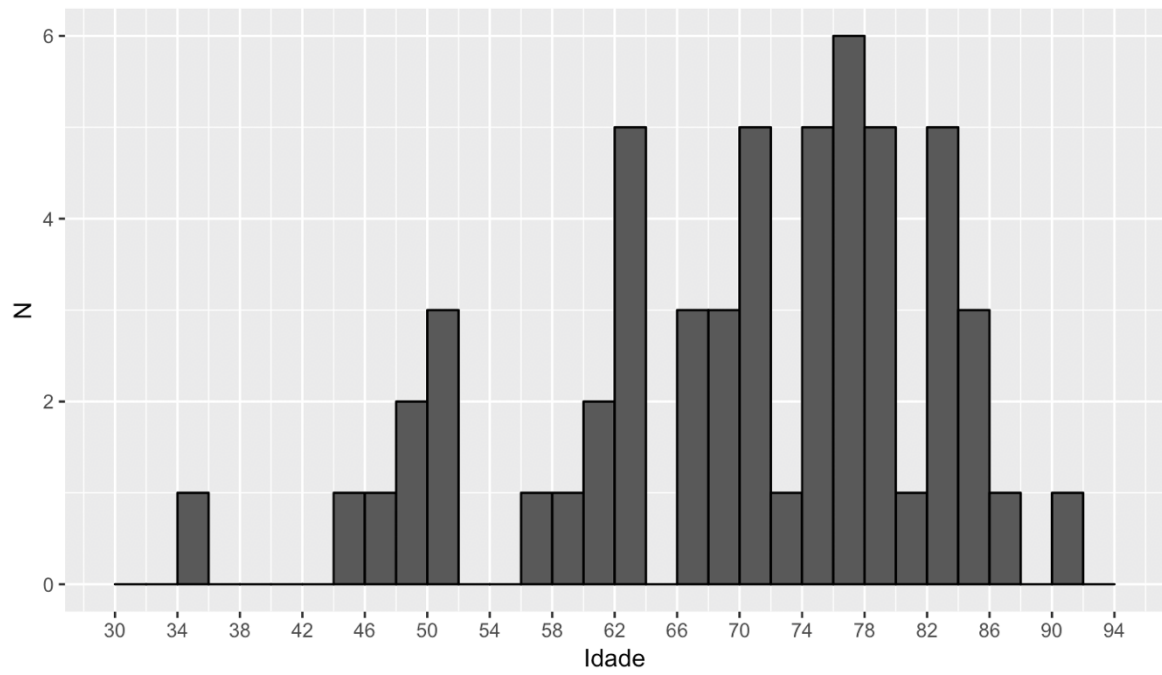


Gráfico 1 – Histograma de distribuição de idades da amostra.

ANEXO 12 - GRÁFICO 2

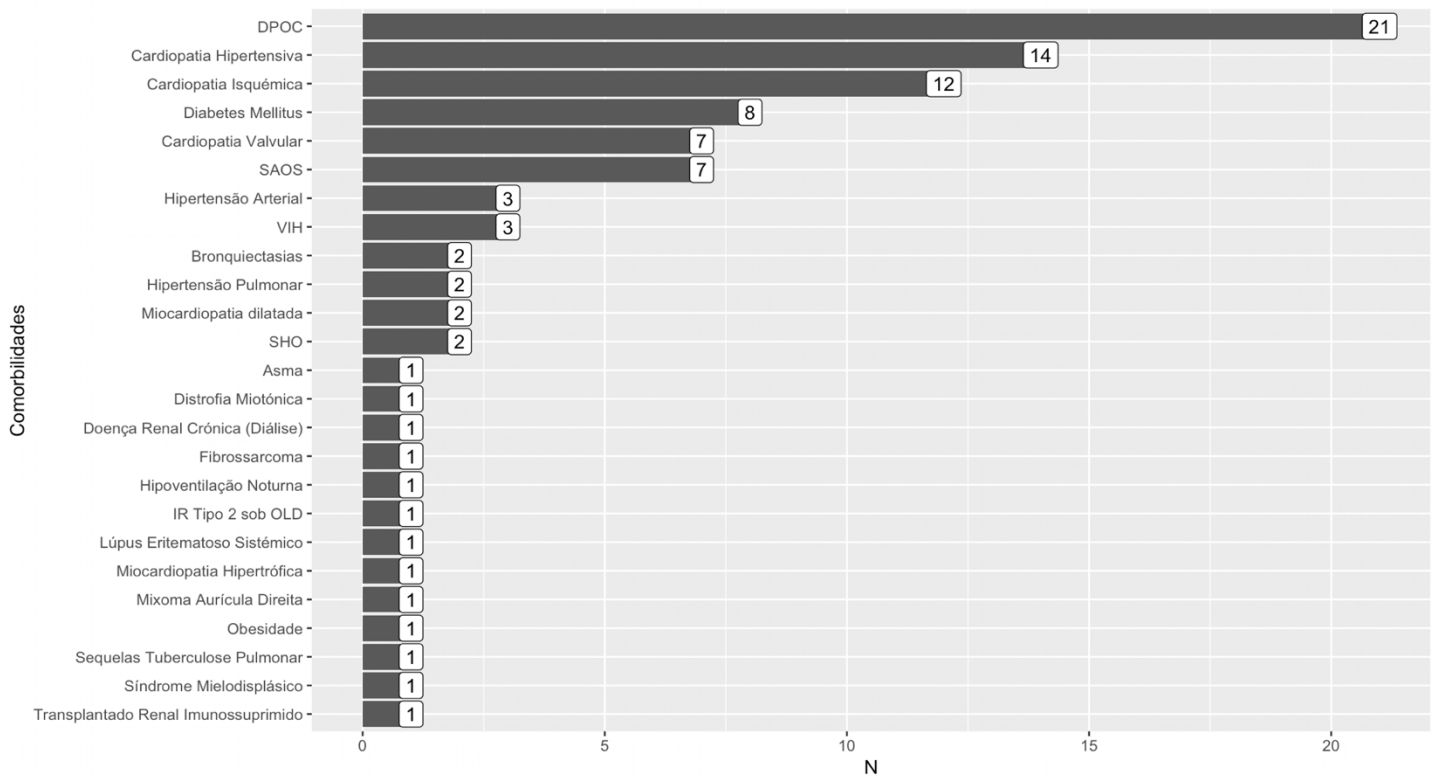


Gráfico 2 – Comorbilidades presentes à admissão na Unidade de Cuidados Intermédios Médica.

ANEXO 13 - GRÁFICO 3

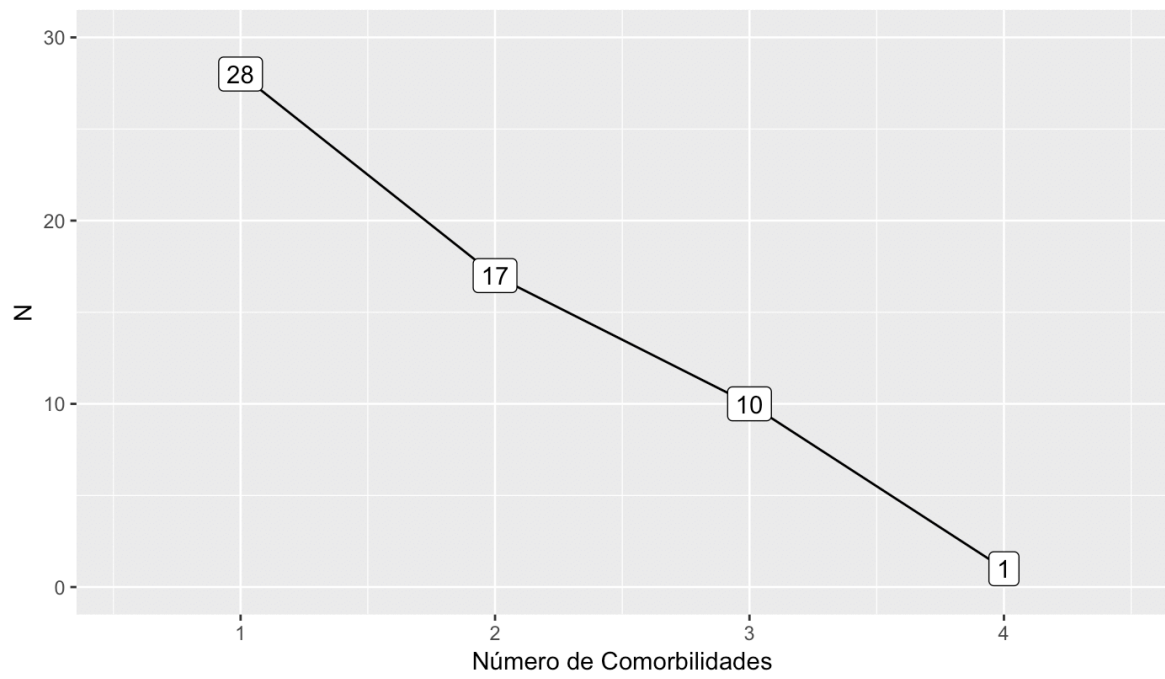


Gráfico 3 – Número de pacientes com uma, duas ou mais comorbilidades à admissão.

ANEXO 14 - GRÁFICO 4

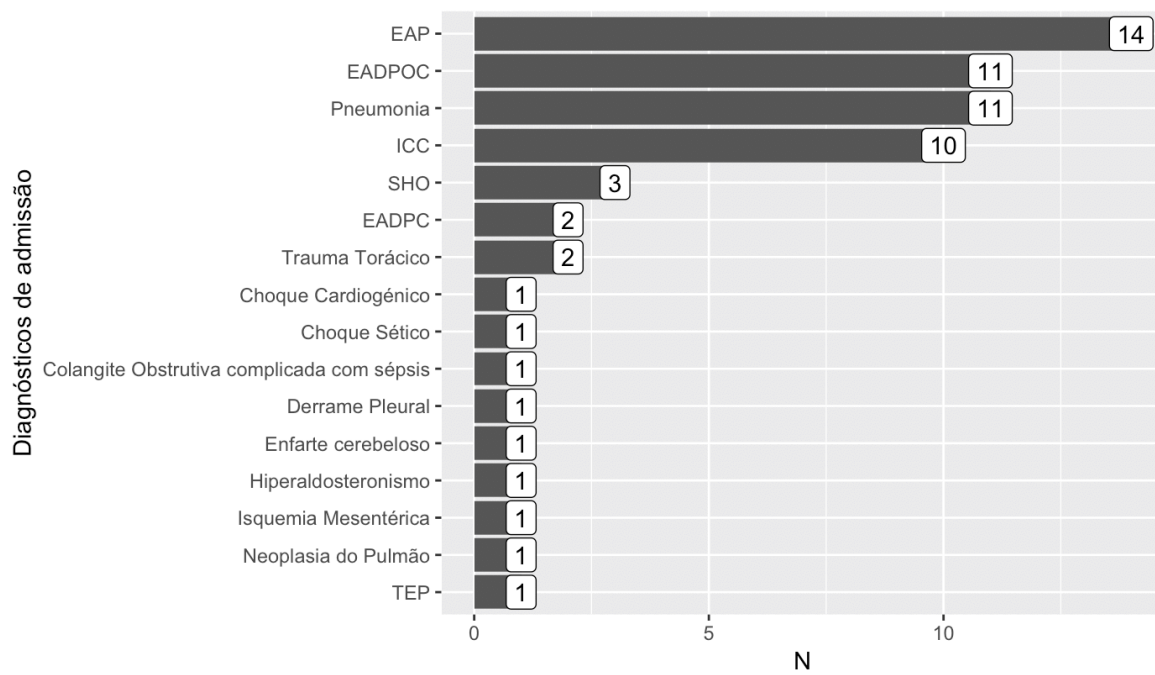


Gráfico 4 – Distribuição dos diagnósticos à admissão na Unidade de Cuidados Intermediários Médica.

ANEXO 15 - GRÁFICO 5

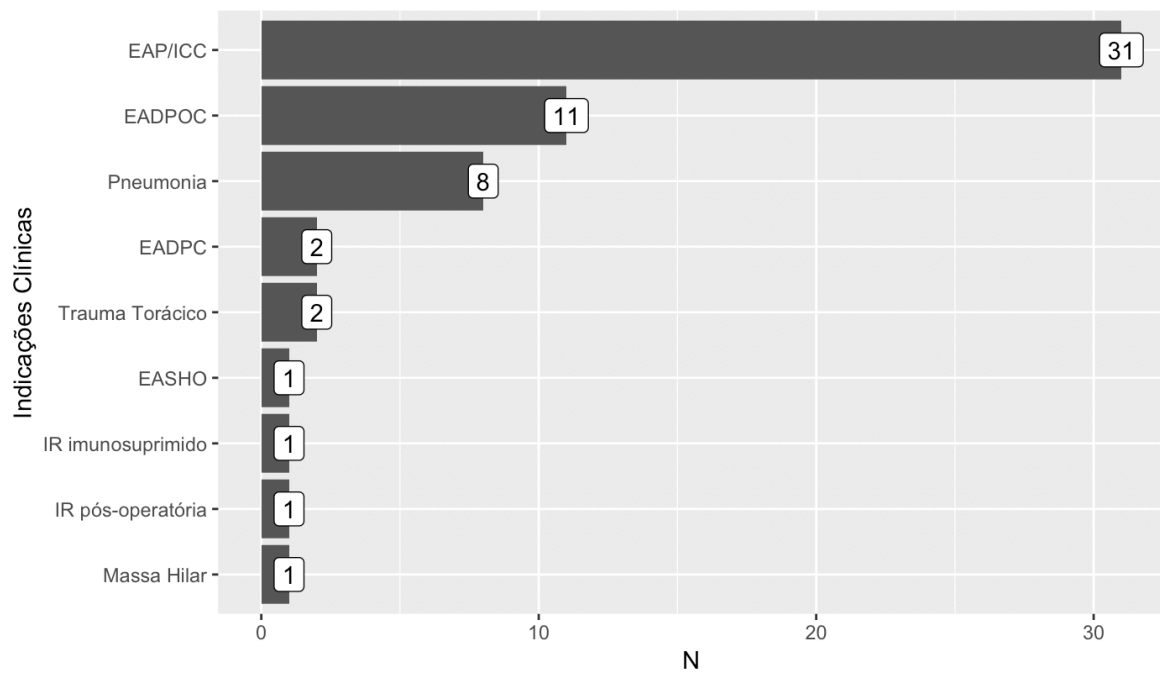


Gráfico 5 – Indicações clínicas para a realização de VNI.

ANEXO 16 - GRÁFICO 6

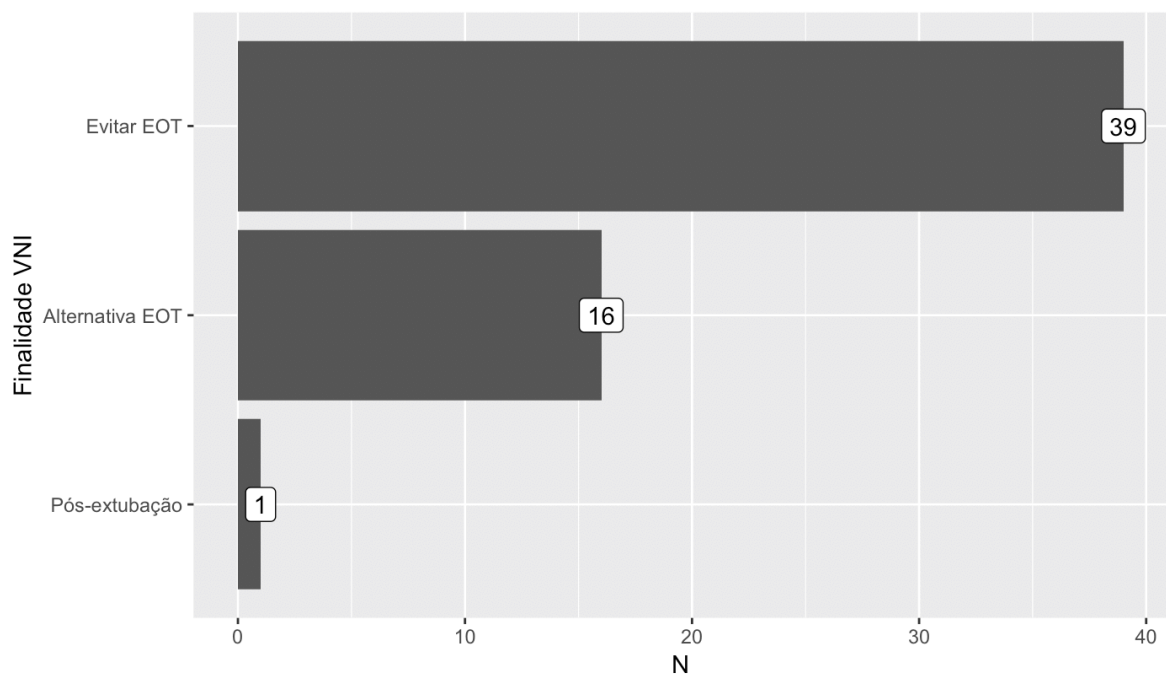
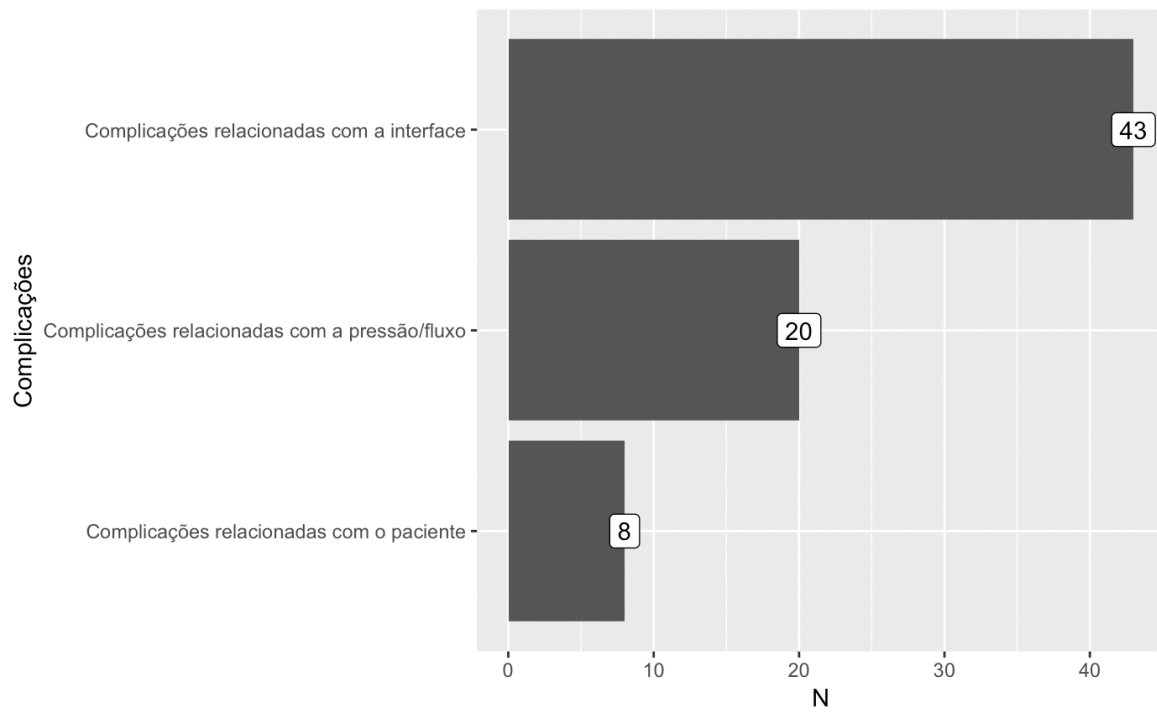


Gráfico 6 – Representação das principais finalidades inerentes à realização de VNI.

ANEXO 17 - GRÁFICO 7



ANEXO 18 - GRÁFICO 8

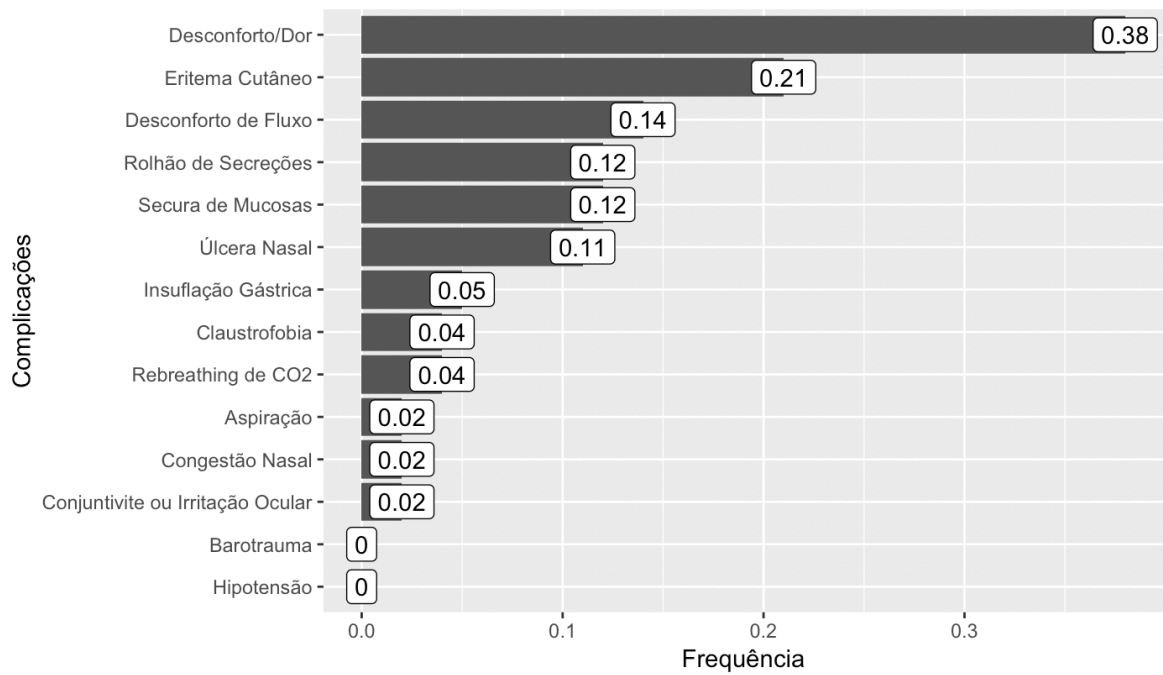


Gráfico 8 – Frequência das complicações abordadas no contexto da VNI.

ANEXO 19 - GRÁFICO 9

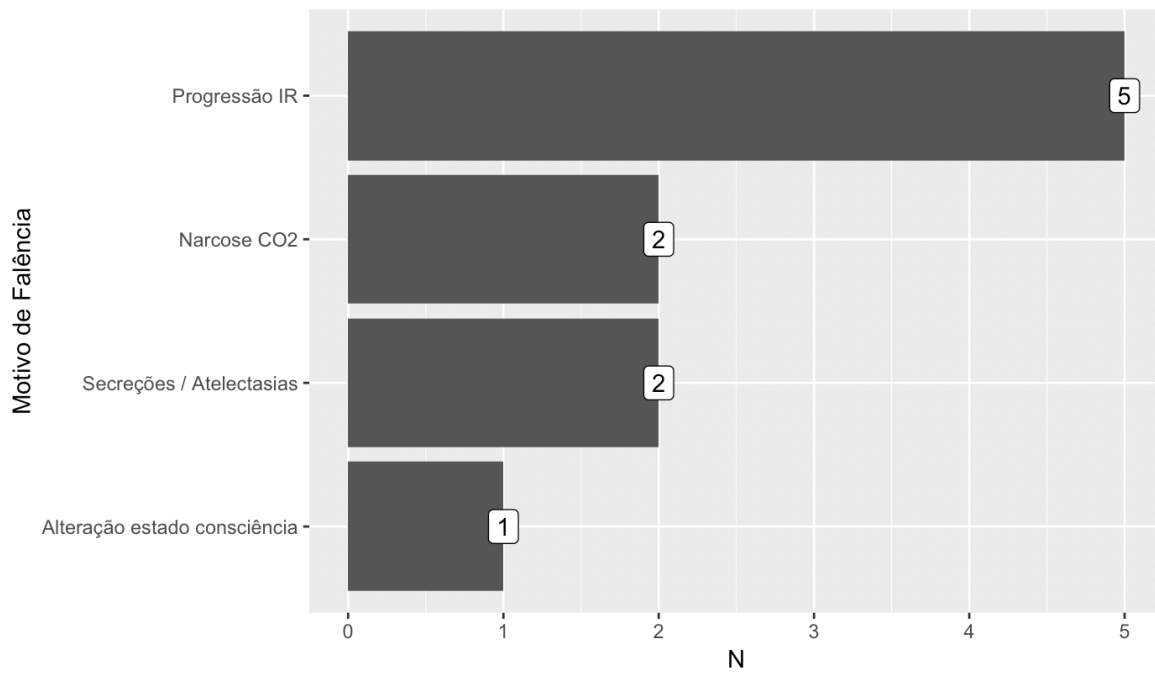


Gráfico 9 – Distribuição dos principais motivos de falência da VNI.

ANEXO 20 - GRÁFICO 10

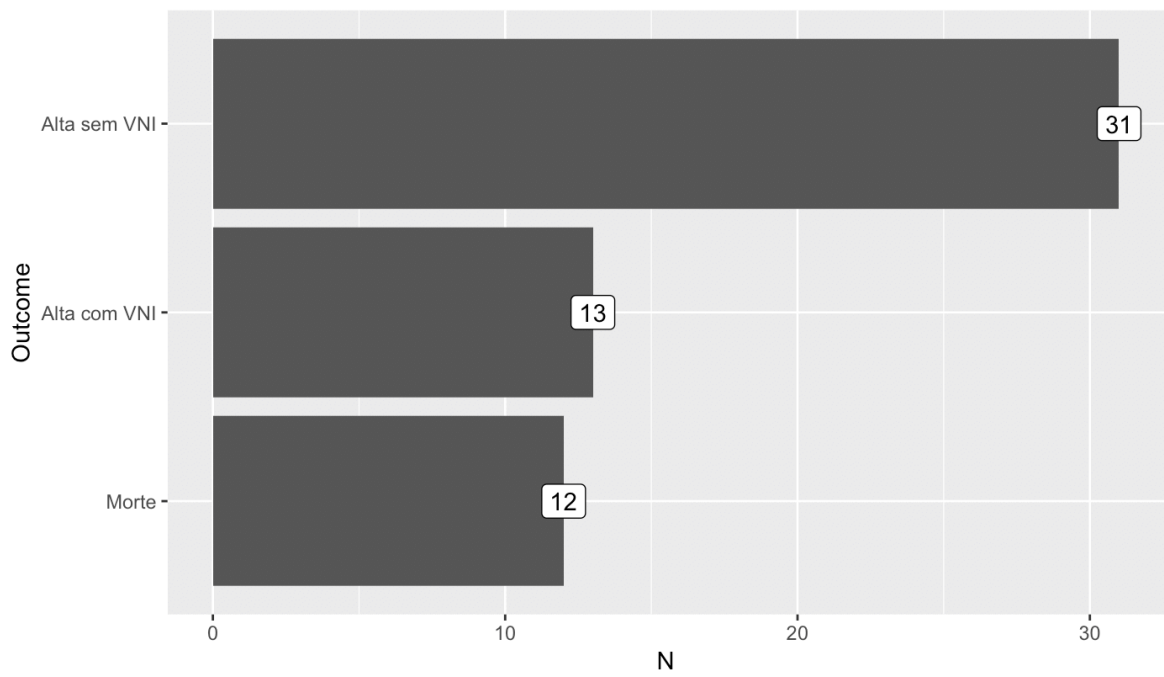


Gráfico 10 – Outcome global dos pacientes submetidos a VNI.

ANEXO 21 - GRÁFICO 11

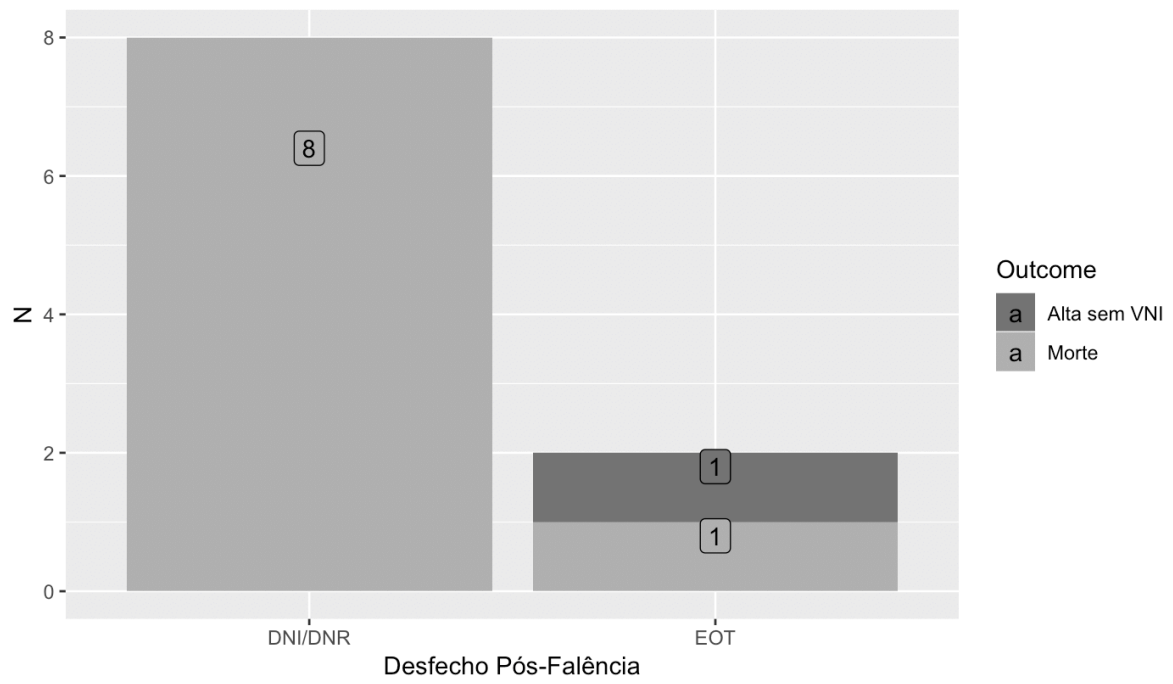


Gráfico 11 – Desfechos e abordagens pós-falência e respectivos outcomes.

ANEXO 22 - GRÁFICO 12

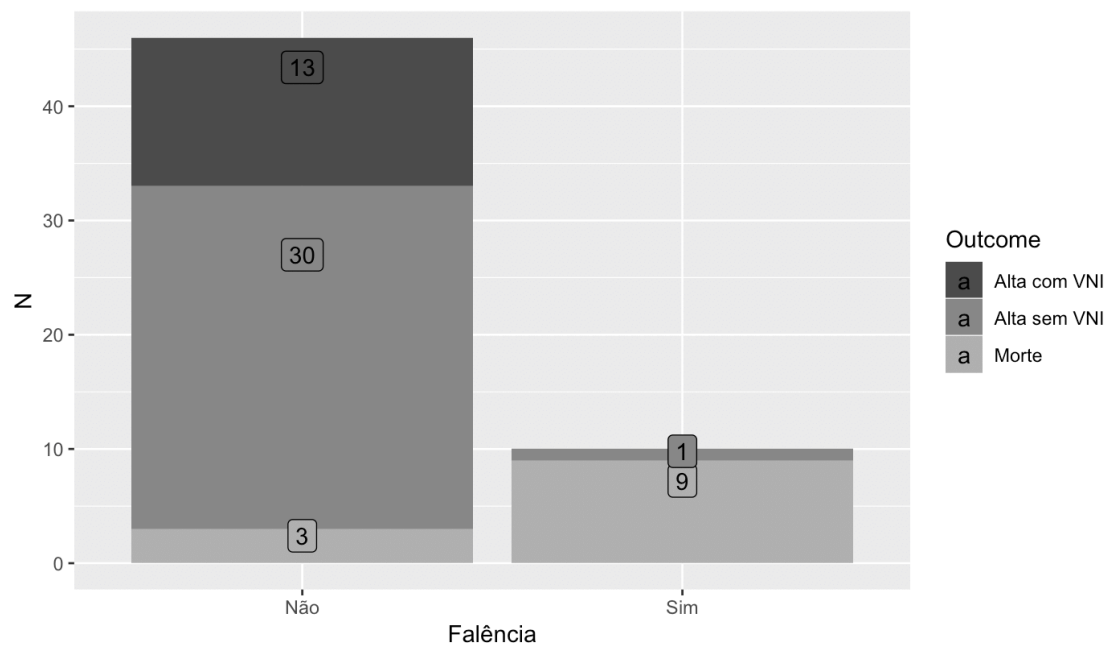


Gráfico 12 – Outcome global dos pacientes submetidos a VNI de acordo com o fenômeno de falência.

ANEXO 23 - PROTOCOLO DE MONITORIZAÇÃO E ABORDAGEM DE COMPLICAÇÕES

1. Folha de Registo Diário

<u>Dados Demográficos:</u>		
<u>Data admissão Hospital:</u>	<u>Data admissão UCIM:</u>	
<u>Diagnóstico de Admissão Hospitalar:</u>	<u>Diagnóstico de Admissão UCIM:</u>	
<u>Comorbilidades:</u> <input type="checkbox"/> DPOC <input type="checkbox"/> SAOS <input type="checkbox"/> SHO <input type="checkbox"/> Hipertensão Arterial <input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus <input type="checkbox"/> Cardiopatia Isquémica <input type="checkbox"/> Cardiopatia Valvular <input type="checkbox"/> Cardiopatia Hipertensiva <input type="checkbox"/> Insuficiência Cardíaca Congestiva <input type="checkbox"/> Outra(s): Qual _____	<u>Fatores de risco para úlcera Pressão:</u> <input type="checkbox"/> Corticóide crónico <input type="checkbox"/> Vasopressores <input type="checkbox"/> Pele frágil ou edematosa face <input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus <input type="checkbox"/> Fatores Anatómicos (Proeminências Ósseas) <input type="checkbox"/> Solução de descontinuidade cutânea noutra localização corporal <input type="checkbox"/> Desnutrição <input type="checkbox"/> Desidratação <input type="checkbox"/> Comprometimento Neurológico	
<u>Indicação clínica para realização de VNI:</u>		
<input type="checkbox"/> Edema Agudo do Pulmão ICC <input type="checkbox"/> Exacerbação DPOC <input type="checkbox"/> Exacerbação DPC: Qual _____ <input type="checkbox"/> Exacerbação DP Intersticial: Qual _____	<input type="checkbox"/> Trauma <input type="checkbox"/> IR Pós-operatória <input type="checkbox"/> Pneumonia <input type="checkbox"/> Doença Neuromuscular <input type="checkbox"/> Outro: Qual _____	
<u>Equipamento</u>		
<u>Ventilador</u> <input type="checkbox"/> Ventilador V60 <input type="checkbox"/> Stellar <input type="checkbox"/> Outro: _____	<u>Interface</u> <input type="checkbox"/> Máscara oronasal Mirage IV® <input type="checkbox"/> Máscara oronasal AF 451® <input type="checkbox"/> Máscara facial total – Performax® <input type="checkbox"/> Outra _____	<u>Porta Expiratória</u> <input type="checkbox"/> Máscara ventilada <input type="checkbox"/> Plateux <input type="checkbox"/> Swivel <input type="checkbox"/> DEP
<u>Alternância de interface</u> <input type="checkbox"/> Sim Desde: _____ <input type="checkbox"/> Não	<u>Mudança de interface</u> <input type="checkbox"/> Sim Desde _____ <input type="checkbox"/> Não	
<u>Complicações Efeitos laterais VNI (data)</u>		
<u>Relacionados com Interface</u> <input type="checkbox"/> Desconforto <input type="checkbox"/> Dor facial <input type="checkbox"/> Eritema cutâneo facial <input type="checkbox"/> Ulceração da pirâmide nasal <input type="checkbox"/> Estadio I <input type="checkbox"/> Estadio II <input type="checkbox"/> Estadio III <input type="checkbox"/> Estadio IV <input type="checkbox"/> <i>Rebreathing</i> de CO ₂ <input type="checkbox"/> Fuga <input type="checkbox"/> Secura mucosas <input type="checkbox"/> Conjuntivite Irritação Dor ocular	<u>Relacionadas com Pressão</u> <input type="checkbox"/> Insuflação Gástrica <input type="checkbox"/> Aspiração <input type="checkbox"/> Rolhão de Secreções	<u>Relacionadas com o Paciente</u> <input type="checkbox"/> Efeitos Hemodinâmicos <input type="checkbox"/> Hipotensão <input type="checkbox"/> Barotrauma

2. Esquema de Abordagem de Complicações

Complicações Relacionadas com a Interface	
Complicação	Abordagem
Desconforto	<ul style="list-style-type: none"> → Modificação de interface; → Ponderar sedação em ambiente controlado.
Ruído	<ul style="list-style-type: none"> → Modificação de interface; → Utilização de tampões auditivos e/ou material isolador; → Utilização de aquecimento e/ou humidificação.
Claustrofobia	<ul style="list-style-type: none"> → Redução da pressão inspiratória; → Utilização de interfaces com contacto reduzido sobre a pirâmide nasal; → Ponderar sedação.
Rebreathing CO2	<ul style="list-style-type: none"> → Redução da frequência respiratória; diminuição tempo inspiratório → Modificação de interface, favorecendo dispositivos de menor dimensão; → Utilização de circuitos de ramo duplo e/ou sistemas de exalação de CO2. → EPAP mínimo de 4 cmH2O.
Assincronia Paciente-Ventilador	<ul style="list-style-type: none"> → Incremento (ou adição) da PEEP; → Ajuste de sensibilidade do <i>Trigger</i> e Ciclagem; → Minimização de fugas.
Úlcera da Pirâmide Nasal	<ul style="list-style-type: none"> → Considerar esquema de rotação de interfaces; <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Ad iniciam</i> se fatores de risco e/ou necessidade de VNI prolongada ▪ A qualquer altura se evidência de alteração cutânea → Utilização de arnês apropriado e com tensão ajustada; → Pausas com levante da interface em intervalos temporais regulares; → Utilização de espaçadores e/ou almofadas, colocadas entre a interface e a pele do doente; → Aplicação de agentes tópicos e compressas/esponjas de revestimento à base de silicone e hidrocolóide.
Complicações Relacionadas com a Pressão e/ou Fluxo	
Complicação	Abordagem
Secura e Congestão Nasal e Oral	<ul style="list-style-type: none"> → Utilização de agentes tópicos (humidificadores e emolientes); → Humidificação e aquecimento dos gases ventilados; → Redução da pressão inspiratória.
Fugas de Ar	<ul style="list-style-type: none"> → Redução da pressão ventilatória fornecida; → Confirmar correta adaptação e tamanho da interface; → Alterar interface.
Aerofagia e Distensão Gástrica	<ul style="list-style-type: none"> → Redução da pressão inspiratória; → Realização de VNI na posição de sentado e espaçada das principais refeições; → Administração de fármacos pró-cinéticos; → Colocação de sonda nasogástrica (se caso grave).
Complicações Relacionadas com o Paciente	
Complicação	Abordagem
Barotrauma	<ul style="list-style-type: none"> → Evitar pressões inspiratórias excessivas;

	<ul style="list-style-type: none"> → Otimização dos tempos inspiratório e expiratório; → Colocação de dreno torácico (se pneumotórax); → Realização de pleurodese química ou cirurgia (reservado para casos mais graves de pneumotórax recorrente).
Alterações Hemodinâmicas	<ul style="list-style-type: none"> → Reconhecimento de contra-indicações à realização de VNI; → Administração cautelosa de pressões e volumes.
Pneumonia de Aspiração	<ul style="list-style-type: none"> → Libertação do arnês perante evento agudo; → Colocação do paciente em posição de sentado ou semi-sentado; → Colocação de sonda nasogástrica acoplada a balão esofágico (se alto risco); → Limitação do recurso a sedativos; → Utilização de técnicas de remoção de secreções.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Girou E, Brun-Buisson C, Taillé S, et al. *Secular trends in nosocomial infections and mortality associated with noninvasive ventilation in patients with exacerbation of COPD and pulmonary edema.* JAMA. 2003;290:2985–2991.
2. Girou E, Schortgen F, Delclaux C, et al. *Association of noninvasive ventilation with nosocomial infections and survival in critically ill patients.* JAMA. 2000;284:2361–2367.
3. Chandra D, Stamm JA, Taylor B, et al. *Outcomes of noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in the United States, 1998–2008.* Am J Respir Crit Care Med. 2012;185(2):152–159.
4. Mas A, Masip J. *Noninvasive ventilation in acute respiratory failure.* Int J Chron Obstruct Pulmon Dis. 2014; 9:837-852.
5. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, et al. *Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure.* Eur Respir J. 2017;50:1602426.
6. Davidson AC, Banham S, Elliott M, et al. *BTS/ICS Guidelines for the Ventilatory Management of Acute Hypercapnic Respiratory Failure in Adults.* Thorax. 2016;71:ii1–ii35.
7. Nava S. *Behind a Mask: Tricks, Pitfalls, and Prejudices for Noninvasive Ventilation.* Respir Care. 2013;58(8):1367–1376.
8. GOLD Report: Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2019.
9. Brill AK. (2014). *How to avoid interface problems in acute noninvasive ventilation.* Breathe. 2014;10(3):230–242.
10. Hess DR. *NonInvasive ventilation in Acute Respiratory Failure.* Respir Care. 2013;58(6):950-972.
11. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, et al. *Practical Application of Noninvasive Ventilation in the Hospital Setting: A Supplement to the ERS/ATS Clinical Practice Guidelines for Noninvasive Ventilation for Acute Respiratory Failure.* Eur Respir J. 2017.
12. Simonds A.K. *ERS Practical Handbook of NonInvasive Ventilation.* Reino Unido: European Respiratory Society; 2015.
13. Nava S, Navalesi P, Gregoret C. *Interfaces and Humidification for Noninvasive Mechanical Ventilation.* Respir Care. 2009;54(1):71-82.
14. Ozsancak A, Sidhom S, Khodabandeh A, et al. *Use and outcomes of noninvasive positive pressure ventilation in acute care hospitals in Massachusetts.* Chest. 2014;145(5):964-971.
15. Navalesi P, Fanfulla F, Frigerio P, et al. *Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of masks in patients with chronic hypercapnic respiratory failure.* Crit Care Med. 2000;28:1785–1790.
16. Willing S, San Pedro M, Driver HS, et al. *The acute impact of continuous positive airway pressure on nasal resistance: a randomized controlled comparison.* J Appl Physiol. 2007;102:1214–1219.
17. Girault C, Briel A, Benichou J, et al. *Interface strategy during noninvasive positive pressure ventilation for hypercapnic acute respiratory failure.* Crit Care Med. 2009;37:124–131.
18. Crimi C, Noto A, Princi P, et al. *A European survey of noninvasive ventilation practices.* Eur Respir J. 2010;36:362–369.
19. Kwok H, McCormack J, Cece R, et al. *Controlled trial of oronasal versus nasal mask ventilation in the treatment of acute respiratory failure.* Crit Care Med. 2003;31:468–473.
20. Chacur FH, Vilella LM, Fernandes CG, et al. *The total face mask is more comfortable than the oronasal mask in noninvasive ventilation but is not associated with improved outcome.* Respiration. 2011;82:426–430.
21. Lemyze M, Mallat J, Nigeon O, et al. *Rescue therapy by switching to total face mask after failure of face mask-delivered noninvasive ventilation in do-not-intubate patients in acute respiratory failure.* Crit Care Med. 2013;41:481–488.

22. Cavaliere F, Conti G, Costa R, et al. *Noise exposure during noninvasive ventilation with a helmet, a nasal mask and a facial mask. Intensive Care Med.* 2004;30:1755–1760.
23. Schneider E, Dualé C, Vaille JL, et al. *Comparison of tolerance of facemask vs mouthpiece for non-invasive ventilation. Anaesthesia.* 2006;61:20–23.
24. Fraticelli AT, Lellouche F, L’Her E, et al. *Physiological effects of different interfaces during noninvasive ventilation for acute respiratory failure. Crit Care Med.* 2009;37:939–945.
25. Antonaglia V, Ferluga M, Molino R, et al. *Comparison of noninvasive ventilation by sequential use of mask and helmet versus mask in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a preliminary study. Respiration.* 2011;82(2):148-154.
26. Ozsancak A, Sidhom SS, Liesching TN, et al. *Evaluation of the total face mask for noninvasive ventilation to treat acute respiratory failure. Chest.* 2011;139(5):1034-1041.
27. Gay P. *Complications of Noninvasive Ventilation in Acute Care. Respir Care.* 2009;54(2):246–257.
28. Hill N. *Problems and Remedies for Noninvasive Positive Pressure Ventilation (NPPV). Eurasian Journal Pulmonol.* 2002;4(2):279-291.
29. Carron M, Freo U, BaHammam AS, et al. *Complications of non-invasive ventilation techniques: a comprehensive qualitative review of randomized trials. British Journal of Anaesthesia.* 2023;110(6):896–914.
30. Antonelli M, Pennisi MA, Pelosi P, et al. *Noninvasive positive pressure ventilation using a helmet in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a feasibility study. Anesthesiology.* 2004;100:16–24.
31. Chiumello D, Pelosi P, Carlesso E, et al. *Noninvasive positive pressure ventilation delivered by helmet vs. standard face mask. Intensive Care Med.* 2003;29:1671–9.
32. Rocco M, Dell’Utri D, Morelli A, et al. *Noninvasive ventilation by helmet or face mask in immunocompromised patients: a case- control study. Chest.* 2004;126:1508–15.
33. Vargas F, Thille A, Lyazidi A, et al. *Helmet with specific settings versus facemask for noninvasive ventilation. Crit Care Med.* 2009;37:1921–8.
34. Rocco M, Conti G, Alessandri E, et al. *Rescue treatment for noninvasive ventilation failure due to interface intolerance with remifentanil analgosedation: a pilot study. Intensive Care Med.* 2010;36:2060–5.
35. Clouzeau B, Bui HN, Vargas F, et al. *Target-controlled infusion of propofol for sedation in patients with noninvasive ventilation failure due to low tolerance: a preliminary study. Intensive Care Med.* 2010;36:1675–80.
36. Cavaliere F, Conti G, Costa R, et al. *Noise exposure during noninvasive ventilation with a helmet, a nasal mask, and a facial mask. Intensive Care Med.* 2004;30:1755–60.
37. Cavaliere F, Conti G, Costa R, et al. *Exposure to noise during continuous positive airway pressure: influence of interfaces and delivery systems. Acta Anaesthesiol Scand.* 2008;52:52–6.
38. Tonnelier JM, Prat G, Nowak E, et al. *Noninvasive continuous positive airway pressure ventilation using a new helmet interface: a case-control prospective pilot study. Intensive Care Med.* 2003;29:2077–80.
39. Gregoret C, Confalonieri M, Navalesi P, et al. *Evaluation of patient skin breakdown and comfort with a new face mask for noninvasive ventilation: a multi-center study. Intensive Care Med.* 2002;28:278–84.
40. Hsu MY, Chung HC, Tang M, et al. *Avoiding pressure damage when using ventilators. Wounds International.* 2010; 1(5).
41. Apold J, Rydrych D. *Preventing device-related pressure ulcers: using data to guide statewide change. J Nurs Care Qual.* 2012;27:28–34.
42. NPUAP. *Pressure ulcer stages revised by NPUAP.* 2007; Disponível em: <http://www.npuap.org/pr2.htm>. Consultado pela última vez a 2019/05/14.
43. Ahmad Z, Venus M, Kisku W, et al. *A case series of skin necrosis following use of non invasive ventilation pressure masks. Int Wound J.* 2013;10:87–90.

44. Weng MH, Change MC, Yan HC. *The pressure relief efficacy of hydrocolloid face cover in patients with noninvasive bipap ventilation. Taiwan Crit Care Med.* 2006;7:111-18.
45. Bishopp A, Oakes A, Antoine-Pitterson P, et al. *The Preventative Effect of Hydrocolloid Dressings on Nasal Bridge Pressure Ulceration in Acute Non-Invasive Ventilation. Ulster Med J.* 2019;88(1):17–20.
46. Taccone P, Hess D, Caironi P, Bigatello LM. *Continuous positive airway pressure delivered with a ‘helmet’: effects on carbon dioxide rebreathing. Crit Care Med.* 2004;32:2090–6.
47. Thille A, Rodriguez P, Cabello B, et al. *Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. Intensive Care Med.* 2006;32:1515–1522.
48. Vignaux L, Vargas F, Roeseler J, et al. *Patient–ventilator asynchrony during non-invasive ventilation for acute respiratory failure: a multicenter study. Intensive Care Med.* 2009;35:840–846.
49. Costa R, Navalesi P, Spinazzola G, et al. *Influence of ventilator settings on patient– ventilator synchrony during pressure support ventilation with different interfaces. Intensive Care Med.* 2010;36:1363–1370.
50. Branson RD, Gentile MA. *Is humidification always necessary during noninvasive ventilation in the hospital?. Respir Care.* 2010;55:209–16.
51. Chiumello D, Chierichetti M, Tallarini F, et al. *Effect of a heated humidifier during continuous positive airway pressure delivered by a helmet. Critical Care.* 2008;12:R55.
52. Storre JH, Bohm P, Dreher M, et al. *Clinical impact of leak compensation during non-invasive ventilation. Respir Med.* 2009;103:1477–1483.
53. Luria O, Reshef L, Barnea O. *Analysis of non-invasive ventilation effects on gastric inflation using a non-linear mathematical model. Resuscitation.* 2006;71:358–64.
54. De Keulenaer BL, De Backer A, Schepens DR, et al. *Abdominal compartment syndrome related to noninvasive ventilation. Intensive Care Med.* 2003;29:1177–81.
55. Carron M, Gagliardi G, Michielan F, et al. *Occurrence of pneumothorax during noninvasive positive pressure ventilation through a helmet. J Clin Anesth.* 2007;19:632 – 5.
56. Simonds AK. *Pneumothorax: an important complication of non-invasive ventilation in neuromuscular disease. Neuromuscular Disorders.* 2004;14:351-352.
57. Choo-Kang L, Ogunlesi F, McGrath-Morrow S. *Recurrent Pneumothoraces Associated With Nocturnal Noninvasive Ventilation in a Patient With Muscular Dystrophy. Pediatr Pulmonol.* 2002;34:73–78.
58. Valipour A, Schneider F, Kossler W, et al. *Heart rate variability and spontaneous baroreflex sequences in supine healthy volunteers subjected to nasal positive airway pressure. J Appl Physiol.* 2005;99:2137–43.
59. Maestroni A, Aliberti S, Amir O, et al. *Acute effects of positive end-expiratory pressure on left ventricle diastolic function in healthy subjects. Intern Emerg Med.* 2009;4:249–54.
60. Kohlenberg A, Schwab F, Behnke M, et al. *Pneumonia associated with invasive and noninvasive ventilation: an analysis of the German nosocomial infection surveillance system database. Intensive Care Med.* 2010;36:971–978.
61. Zang Z, Duan J. *Nosocomial pneumonia in non-invasive ventilation patients: incidence, characteristics and outcomes. Journal of Hospital Infection.* 2015;91(2):153-157.
62. Hess DR. *Noninvasive positive-pressure ventilation and ventilator-associated pneumonia. Respir Care.* 2005;50:924–9
63. Ozyilmaz E, Ozsancak U, Nava S. *Timing of noninvasive ventilation failure: causes, risk factors, and potential remedies. BMC Pulmonary Medicine.* 2014;14:19.
64. Kacmarek RM. *The mechanical ventilator: past, present, and future. Respir Care.* 2011; 56(8):1170-80.
65. Shneerson JM, Simonds K. *Noninvasive ventilation for chest wall and neuromuscular disorders. Eur Respir J.* 2002;20:480–487.
66. Ferreira S, Nogueira C, Conde S, et al. *Ventilação não invasiva. Rev Port. Pneumol.* 2009;15:655-667.

67. Garpestad E, Brennan J, Hill NS. *Noninvasive ventilation for critical care. Chest.* 2007;132:711–720.