

Celestina Ventura<sup>1</sup>  
Ana Sofia Oliveira<sup>2</sup>  
Rita Dias<sup>3</sup>  
Joana Teixeira<sup>3</sup>  
Cristina Canhão<sup>3</sup>  
Odete Santos<sup>4</sup>  
Paula Pinto<sup>5</sup>  
Cristina Bárbara<sup>6</sup>

## Papel da oximetria nocturna no rastreio da síndrome de apneia-hipopneia obstrutiva do sono\*

### *The role of nocturnal oximetry in obstructive sleep apnoea-hypopnoea syndrome screening\**

Recebido para publicação/received for publication: 07.01.06

Aceite para publicação/accepted for publication: 07.02.22

#### Resumo

**Objectivo:** Foi objectivo deste estudo determinar a sensibilidade e a especificidade da oximetria nocturna (ON) como método de *screening* diagnóstico para a síndrome de apneia-hipopneia obstrutiva do sono (SAHOS), utilizando como método de referência a polissonografia (PSG).

**Metodologia:** Foram incluídos 63 doentes com suspeita clínica de SAHOS e exclusão de doença respiratória, sendo submetidos a uma PSG completa, incluindo ON. Posteriormente, foram determinados: a sensibilidade, a especificidade e os valores preditivos positivo (VPP) e negativo (VPN) da ON.

**Resultados:** A SAHOS foi diagnosticada em 47 doentes com uma média etária de 54 anos. Verificaram-se diferenças significativas na avaliação da percentagem do

#### Abstract

**Aim:** The aim of our study was to evaluate the sensitivity and specificity of Nocturnal Oximetry (NO) as a diagnostic screening tool for obstructive sleep apnoea hypopnoea syndrome (OSAHS), compared with polysomnography (PSG) as the gold standard.

**Methodology:** 63 patients with clinical suspicion of OSAHS and exclusion of respiratory disease underwent PSG and NO. We then determined NO sensitivity, specificity, positive (PPV) and negative predictive values (NPV).

**Results:** OSAHS was diagnosed in 47 patients with a mean age of 54 years. In the evaluation of the percentage of Total Sleep Time (TST) with oxygen desaturation below 90%, we found significant differences between patients with OSAHS (25.4 ±

\* Estudo efectuado no âmbito de um mestrado em Patologia Respiratória da Faculdade de Ciências Médicas de Lisboa. / Study undertaken as part of an MSc in Respiratory Pathology, Lisbon University School of Medical Sciences.

<sup>1</sup> Assistente Graduada de Medicina Familiar, Centro de Saúde de Grândola. / General Practice Specialist Consultant, Grândola Health Centre.

<sup>2</sup> Interna do Internato Complementar de Pneumologia do Hospital de Pulido Valente. / Pulmonology Resident, Hospital Pulido Valente.

<sup>3</sup> Técnica de Cardiopneumologia do Hospital de Pulido Valente. / Cardiopulmonology Technician, Hospital Pulido Valente.

<sup>4</sup> Assistente Hospitalar Graduada do Hospital de Pulido Valente. / Specialist Consultant, Hospital Pulido Valente.

<sup>5</sup> Assistente Hospitalar de Pneumologia do Hospital de Pulido Valente. Assistente Convidada de Pneumologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa. / Pulmonology Consultant, Hospital Pulido Valente. Guest Pulmonology Consultant, Nova University School of Medical Sciences.

<sup>6</sup> Coordenadora da Unidade de Fisiopatologia Respiratória do Hospital de Pulido Valente. Professora Auxiliar de Pneumologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa. / Coordinator, Respiratory Physiopathology Unit, Hospital Pulido Valente. Assistant Pulmonology Professor, Nova University School of Medical Sciences.

tempo total de sono (TTS) com dessaturação de  $O_2$  abaixo de 90% entre doentes com SAHOS (25,4 29,7%) e sem SAHOS ( $1 \pm 1,5\%$ ),  $p < 0,001$ . A fim de avaliar a sensibilidade, a especificidade, o VPP e o VPN, utilizámos dois pontos de corte baseados na gravidade da dessaturação. Com o primeiro ponto de corte considerámos positivos para o diagnóstico da SAHOS todos os doentes que apresentassem valores de dessaturação (saturação de  $O_2 < 90\%$ )  $\geq$  a 1% do TTS, tendo-se obtido para a ON uma sensibilidade de 76,6%, uma especificidade de 75%, um VPP de 90% e um VPN negativo de 52,2%. Utilizando o segundo ponto de corte, foram considerados positivos todos os doentes que apresentassem valores de dessaturação  $\geq$  a 5% do TTS, tendo-se obtido uma sensibilidade de 65,9%, uma especificidade de 100%, um VPP de 100% e um VPN de 50%.

**Conclusões:** A ON é um bom teste de *screening* diagnóstico da SAHOS, desde que seja excluída patologia respiratória.

**Rev Port Pneumol 2007; XIII (4): 525-551**

**Palavras-chave:** Síndrome de apneia/hipopneia obstructiva do sono, oximetria nocturna.

29.7%) and without OSAHS ( $1 \pm 1.5\%$ ),  $p < 0,001$ . We used two cutoff points to evaluate sensitivity, specificity, positive (PPV) and negative predictive values (NPV), based on the severity of  $O_2$  desaturation ( $StO_2 < 90\%$ ). Using the first cutoff point we diagnosed with NO as positive all the patients with TST desaturation values  $\geq 1\%$  of the TST. Under these circumstances we found a sensitivity of 76.6%, a specificity of 75%, a PPV of 90% and an NPV value of 52.2% for our screening test (NO). Using the second cutoff point, we diagnosed with NO as positive all the patients with TST desaturation values  $\geq 5\%$  of the TST. With this method we found a sensitivity of 65.9%, a specificity of 100%, a PPV of 100% and an NPV of 50%.

**Conclusion:** NO is a useful screening test for the diagnosis of OSAHS in patients without respiratory disease.

**Rev Port Pneumol 2007; XIII (4): 525-551**

**Key-words:** Obstructive sleep apnoea hypopnoea syndrome, nocturnal oximetry.

### Introdução

A síndrome de apneia-hipopneia obstructiva do sono (SAHOS) é uma condição clínica que afecta, segundo as estatísticas internacionais, 4% dos homens e 2% das mulheres de meia-idade<sup>1,2,3</sup>. Constitui actualmente um importante problema de saúde pública, encontrando-se subdiagnosticada, sendo estimado que 93% das mulheres e 82% dos homens com SAHOS moderada ou grave não se encontram diagnosticados<sup>4</sup>. A SAHOS é caracterizada por episódios recorrentes de obstrução total ou parcial das vias aéreas durante o sono com despertares

### Introduction

Obstructive sleep apnoea hypopnoea syndrome (OSAHS) is a clinical condition deemed by international statistics to affect 4% of middle-aged men and 2% of middle-aged women<sup>1,2,3</sup>. OSAHS is a current serious public health concern and one which is underdiagnosed. It is believed that around 93% of women and 82% of men suffering from OSAHS are undiagnosed<sup>4</sup>. OSAHS is characterised by recurrent episodes of total or partial obstruction of the airways during sleep with micro-awakenings.

transitórios condicionando a presença de hipersonolência diurna, perturbações cardiorrespiratórias e neurocognitivas<sup>1,4</sup>.

Esta síndrome pode apresentar-se aos diferentes clínicos de múltiplas formas, que variam de alterações cardíacas (hipertensão arterial, hipertrofia ventricular esquerda, enfarte do miocárdio, angina nocturna, disritmias, insuficiência cardíaca, *cor pulmonale*), alterações psíquicas (depressão, ansiedade, alterações comportamentais, delírio agudo), alterações neurológicas (epilepsia refractária, acidente vascular cerebral, cefaleias), a alterações urológicas ou gastroenterológicas, entre outras<sup>4</sup>.

O seu diagnóstico definitivo é estabelecido em doentes com clínica sugestiva e confirmado por polissonografia (PSG) com demonstração das apneias e hipopneias associadas a perturbações fisiológicas<sup>3</sup>.

O diagnóstico da SAHOS é baseado na presença de um índice de apneia/hipopneia (IAH) igual ou superior a 5 eventos respiratórios por hora, sendo este valor suportado por estudos epidemiológicos que referem que a hipertensão arterial, a hipersonolência e os acidentes de viação ocorrem nestas situações<sup>5,6,7</sup>.

A PSG é o exame de referência que estabelece o diagnóstico definitivo da SAHOS<sup>5</sup>. Contudo, a PSG realizada num laboratório de sono é dispendiosa, envolve recursos humanos e técnicos consideráveis e não se encontra facilmente disponível<sup>2,3</sup>. Por este motivo, são necessários métodos alternativos para o diagnóstico da SAHOS, menos onerosos e de mais fácil acesso, em virtude do elevado número de doentes que potencialmente necessitam de avaliação<sup>3</sup>.

Idealmente, os métodos alternativos deveriam ter um valor preditivo positivo elevado, a fim de permitir o diagnóstico da SAHOS sem o recurso a outros exames, e deveriam excluir SAHOS na presença de um teste negativo<sup>3</sup>.

These lead to excessive daytime drowsiness and cardiorespiratory and neurocognitive disorders<sup>1,4</sup>.

OSAHS has several possible clinical presentations. These include cardiac alterations (arterial hypertension, left ventricular hypertrophy, myocardial infarction and *cor pulmonale*), mental alterations (depression, anxiety, behavioural changes and acute delirium), neurological alterations (refractory epilepsy, stroke and migraine) and urological or gastroenterological alterations, among others<sup>4</sup>.

Definitive diagnosis is established in patients with a suggestive clinical picture and confirmed by polysomnography (PSG), demonstrating the apnoeas and hypopnoeas associated with the physiological disorders<sup>3</sup>.

A diagnosis of OSAHS is based on an apnoea/hypopnoea index (AHI) equal to or above 5 respiratory events per hour. This value is backed by epidemiological studies which detail the arterial hypertension, excessive daytime drowsiness and road traffic accidents occurring in this type of situation<sup>5,6,7</sup>. While PSG is the gold standard for establishing a definitive diagnosis of OSAHS<sup>5</sup>, this test is performed in a Sleep Laboratory, is costly, demands considerable human and technical resources and is not readily available<sup>2,3</sup>. All of this makes it necessary to find other, simpler and more available methods to diagnose OSAHS, as there is a large number of patients in potential need of evaluation<sup>3</sup>.

Ideally, any alternative method would have a high positive predictive value, which would allow a diagnosis of OSAHS without the need for further or complementary exams, and a negative test would rule out OSAHS<sup>3</sup>.

---

**O diagnóstico da SAHOS é baseado na presença de um índice de apneia/hipopneia (IAH) igual ou superior a 5 eventos respiratórios por hora**

A oximetria de pulso tem sido amplamente usada na medicina e em diferentes especialidades médicas pelas suas características. É não invasiva, pouco dispendiosa, facilmente disponível, correspondendo a interface com o doente a um pequeno sensor<sup>2,3,9</sup>.

A oximetria constitui uma componente da PSG e é usada para caracterizar a frequência e profundidade da dessaturação do oxigénio (O<sub>2</sub>). Na medicina do sono, a oximetria tem sido um instrumento essencial que permite detectar as rápidas flutuações na saturação arterial de oxigénio durante o sono, uma característica dos doentes com apneia do sono, permitindo a detecção precoce dos distúrbios respiratórios<sup>2,9,10,11</sup>.

Na última década tem sido debatido na literatura, não só a utilidade da oximetria no *screening* de doentes com distúrbios de sono, mas até a possibilidade de substituir a PSG nalgumas circunstâncias<sup>11</sup>.

Efectivamente, têm sido publicados vários artigos revelando valores de sensibilidade e especificidade para a oximetria nocturna (ON) que a poderiam validar como método de *screening* para distúrbios respiratórios.

Segundo as normas da *British Thoracic Society*, poderão existir vantagens no uso da ON como abordagem inicial de doentes com possível SAHOS<sup>12</sup>. Tal posição é contrariada pelas normas da *American Academy of Sleep Medicine*, que afirmam peremptoriamente que a ON não deve ser usada isoladamente para confirmação ou exclusão da SAHOS<sup>5</sup>, já que não existem actualmente estudos para validação da utilização isolada da ON na detecção de distúrbios respiratórios do sono. Segundo esta academia, existem outras doenças que podem conduzir a flutuações na saturação de oxigénio, pelo que este método não terá, por si só, sensibilidade suficiente para ser clinicamente útil.

Pulse oximetry is an exam whose characteristics have led to its wide use in medicine and in different specialisations. It is a non-invasive, relatively cost-free technique which is readily available as it requires the patient to interface with a small sensor<sup>2,3,9</sup>.

Oximetry is a part of PSG and is used to measure the rate and depth of oxygen desaturation (O<sub>2</sub>). It has been an essential tool in sleep medicine as it detects the rapid fluctuations in arterial oxygen saturation during sleep which are a hallmark of sleep-apnoea patients. It thus allows the early detection of respiratory disorders<sup>2,9,10,11</sup>.

The last ten years have seen debates in the literature on oximetry's use as a screening tool in sleep-disorder patients and the possibility of it replacing PSG in some situations<sup>11</sup>.

A raft of articles has been published on nocturnal oximetry's (NO) sensitivity and specificity values, which could validate it as a screening method for respiratory disorders.

While British Thoracic Society norms suggest there are possible advantages to using NO as an initial approach to patients with suspected OSAHS<sup>12</sup>, this is contradicted by American Academy of Sleep Medicine norms which flatly state that NO should not be used on its own to confirm or rule out OSAHS<sup>5</sup>, as there are no up-to-date studies validating isolated use of NO in the detection of sleep-related respiratory disorders. This American Academy notes that there are other diseases which could lead to fluctuations in oxygen saturation and as such NO on its own does not have the required degree of sensitivity to be of clinical use.

**(...) poderão existir vantagens no uso da ON como abordagem inicial de doentes com possível SAHOS**

Face ao exposto, o objectivo deste estudo foi determinar a sensibilidade, a especificidade e os valores preditivos positivo e negativo da ON como método de rastreio diagnóstico para a SAHOS em doentes sem patologia respiratória.

## Material e métodos

### Tipo de estudo

Para o efeito, realizámos um estudo prospectivo numa população de doentes com suspeita de SAHOS, no qual foram aplicados as duas metodologias diagnósticas: a ON e a PSG. Esta última foi considerada o método de referência ou *gold standard* relativamente ao qual se avaliaram as capacidades diagnósticas da ON.

### População

O estudo foi efectuado no período compreendido entre Julho de 2001 e Janeiro de 2002, no laboratório do sono da nossa instituição. Foram incluídos 63 indivíduos enviados à consulta de patologia do sono, desde que existisse suspeita de SAHOS.

### Crítérios de inclusão

Todos os indivíduos com suspeita clínica de SAHOS, baseada na resposta positiva a duas ou mais das seguintes perguntas:

- 1) Costuma adormecer facilmente durante o dia, na sua actividade diária normal, mesmo quando dorme bem durante a noite?
- 2) Sabe se ressona quando dorme?
- 3) Sabe se pára de respirar enquanto está a dormir, durante a noite?

### Crítérios de exclusão

Foram excluídos todos os indivíduos que possuísem patologia respiratória associada. Sem-

In the light of this, this study aimed to evaluate the sensitivity, specificity and positive and negative predictive value of Nocturnal Oximetry (NO) as a diagnostic screening tool for OSAHS in patients with no respiratory condition.

## Material and methods

### Study type

We used a prospective study in an OSAHS-suspected patient population. We used two diagnostic tools: NO and PSG. The latter was considered the gold standard against which to evaluate NO's diagnostic capabilities.

### Population

The study was carried out from July 2001–January 2002 at the Sleep Laboratory at our institute. The population was composed of 63 subjects suspected of OSAHS and consequently sent for Sleep Pathology appointments.

### Inclusion criteria

All subjects with a clinical suspicion of OSAHS, based on a positive response to at least two of the following questions:

- 1) Do you usually fall asleep easily during the day, during your routine daily activity, even when you sleep well at night?
- 2) Do you know if you snore?
- 3) Do you know if your breathing cuts out when you're asleep at night?

### Exclusion criteria

All patients with a known associated respiratory condition were excluded. In case

pre que existissem dúvidas relativamente a queixas respiratórias, efectuava-se o estudo funcional respiratório e estudos imagiológicos com o objectivo de identificar patologia respiratória (sendo esta critério de exclusão).

### Variáveis e métodos analisados

Na população estudada foram avaliadas as seguintes variáveis: idade, sexo, índice de massa corporal (IMC) e hipersonolência diurna.

O IMC calculou-se dividindo o peso em quilos pelo quadrado da estatura em metros, e estabeleceu-se o grau de obesidade segundo as normas da Organização Mundial de Saúde (OMS). Para a avaliação nutricional utilizou-se a escala apresentada no Quadro I, adaptada de *Clinical Guidelines on the Identification and Treatment of Overweight and Obesity in Adults*<sup>13</sup>, tendo sido utilizado o IMC como parâmetro de classificação. A hipersonolência diurna foi avaliada mediante a utilização da escala de *Epworth*. A escala de sono *Epworth* (ESE) é um questionário com 8 perguntas que tem como objectivo avaliar a gravidade da sonolência diurna (Quadro II). O *score* total máximo desta escala é 24. Em geral, os indivíduos sem hipersonolência diurna apresentam *scores* totais inferiores a 10<sup>15</sup>.

of doubts over respiratory complaints, a lung function study and imaging studies were made to identify the respiratory condition, which was used as an exclusion criterion.

### Variables and methods analysed

We profiled age, gender, Body Mass Index (BMI) and excessive daytime drowsiness in our population.

BMI is calculated by dividing weight in kilos by height in metres squared and establishing the degree of obesity as defined by the World Health Organisation (WHO).

We used the scale adapted from the Clinical Guidelines on the Identification and Treatment of Overweight and Obesity in Adults<sup>13</sup> and shown in Table I for the nutritional analysis. The BMI was employed as a classification parameter.

Excessive daytime drowsiness was assessed using the *Epworth Sleepiness Scale* (ESS), a questionnaire with 8 questions aimed at evaluating the degree of excessive daytime sleepiness (Table II). The maximum total score on this scale is 24 and subjects without excessive daytime sleepiness generally have total scores below 10<sup>15</sup>.

**Quadro I** – Classificação da obesidade, adaptada de *Clinical Guidelines on the Identification and Treatment of Overweight and Obesity in Adults*

Classificação	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Classe de obesidade
Baixo peso	<18,5	
Peso normal	18,5-24,9	
Excesso de peso	25,0-29,9	Pré-obesidade
Obesidade	30,0-34,9	Classe I
Obesidade	35,0-39,9	Classe II
Obesidade extrema	>40,0	Classe III

**Table I** – Classification of obesity, adapted from the Clinical Guidelines on the Identification and Treatment of Overweight and Obesity in Adults

Classification	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Obesity class
Low weight	<18.5	
Normal weight	18.5-24.9	
Overweight	25.0-29.9	Pre-obesity
Obesity	30.0-34.9	Class I
Obesity	35.0-39.9	Class II
Extreme Obesity	>40.0	Class III

## PAPEL DA OXIMETRIA NOCTURNA NO RASTREIO DA SÍNDROMA DE APNEIA/HIPOPNEIA OBSTRUTIVA DO SONO

Celestina Ventura, Ana Sofia Oliveira, Rita Dias, Joana Teixeira, Cristina Canhão, Odete Santos, Paula Pinto, Cristina Bárbara

**Quadro II** – Escala de Epworth

---

Indique numa escala de 0 a 3 qual a probabilidade de adormecer (sem estar cansado) em alguma destas situações:

Pontuação: 0 – nenhuma probabilidade;  
1 – alguma;  
2 – bastante;  
3 – muita.

---

1 – Sentado e lendo  
2 – Vendo televisão  
3 – Sentado em público  
4 – Como passageiro em viagens de ± 1 hora  
5 – Deitado a meio da tarde  
6 – Sentado e falando com alguém  
7 – Sentado tranquilamente após as refeições, sem álcool  
8 – Conduzindo, parado num semáforo, em filas...

---

**Table II** – Epworth sleepiness scale

---

Use the following scale to indicate how likely you are to doze off or fall asleep in the following situations in contrast to just feeling tired:

0 – would never doze or fall asleep in this situation;  
1 – slight chance of dozing or falling asleep in this situation;  
2 – moderate chance of dozing or falling asleep in this situation;  
3 – high chance of dozing or falling asleep in this situation.

---

1 – Sitting and reading  
2 – Watching TV  
3 – Sitting inactive in a public place. For example, in the theatre or at a meeting  
4 – As a passenger in a car for an hour without a break  
5 – Lying down to rest in the afternoon when circumstances permit  
6 – Sitting and talking to someone  
7 – Sitting quietly after a lunch (without having drunk any alcohol)  
8 – In a car, while stopped for a few minutes in traffic

---

### ***Oximetria nocturna (ON)***

A ON foi realizada mediante o recurso a um oxímetro *Sat-Track* (*Sensormedics, Yorba Linda, Califórnia*).

A classificação da ON em positiva assentou na análise quantitativa da dessaturação com determinação da percentagem do tempo de saturação de oxigénio < 90%.

A análise da percentagem de dessaturação foi fornecida pelo *software* incorporado no aparelho de PSG, sendo o seu valor fornecido em percentagem do tempo total de sono (TTS).

Considerou-se que a ON era positiva sempre que o doente, depois de excluída patologia respiratória, apresentasse uma saturação de O<sub>2</sub> abaixo de 90% em mais de 1% (primeiro ponto de corte) ou 5% (segundo ponto de corte) do TTS. A utilização de dois pontos de corte teve como objectivo o estudo de dois cenários possíveis relativamente à avaliação da sensibilidade e da especificidade da ON.

### ***Nocturnal oximetry (NO)***

NO was performed using a *Sat-Track* oximeter (*Sensormedics, Yorba Linda, California*).

A positive NO classification was based on the quantitative analysis of the desaturation, determining the percentage of time of oxygen saturation < 90%.

Analysis of the desaturation percentage was made using the software that is part of the PSG equipment, with the value given as percentage of the Total Sleep Time (TST).

NO is considered positive whenever the patient – after a respiratory condition has been ruled out – presents an O<sub>2</sub> saturation under 90% in over 1% (1<sup>st</sup> cutoff point) or 5% (2<sup>nd</sup> cutoff point) of the TST. The use of two cutoff points aimed to study two possible scenarios in evaluating NO's sensitivity and specificity.

### **Polissonografia (PSG)**

A PSG foi realizada mediante o recurso a um sistema *Somnostar 4100* (*Sensormedics, Yorba Linda, Califórnia*) permitindo o registo de 16 canais.

Foram estudadas as seguintes variáveis nestes canais:

- 4 registos de electroencefalografia (EEG), 2 centrais e 2 occipitais (C3/A2, C4/A1, O1/A2, O2/A1);
- registo bilateral de electrooculografia (EOG);
- 3 registos de electromiografia, do mento e de ambos os tibiais anteriores;
- registo de electrocardiografia;
- registo do fluxo oronasal;
- registo dos movimentos abdominais e torácicos;
- registo da posição corporal;
- registo da oximetria de pulso transcutânea.

O estadiamento do sono foi efectuado manualmente pelo método de Rechtchaffen e Kales, tendo sido avaliadas a latência do sono, a percentagem de TTS nos estádios 1, 2, 3, 4 e REM, a eficiência do sono, o índice de despertares e o índice de apneia/hipopneia.

A identificação das apneias e hipopneias foi manual, sendo a sua quantificação por hora de sono efectuada por processamento do *software*, correspondendo o seu valor ao índice de apneia/hipopneia (IAH).

Todos os doentes com IAH  $\geq 5$  eventos respiratórios/hora foram considerados como tendo o diagnóstico de SAHOS.

### **Análise estatística**

Foi utilizado o programa estatístico *SPSS* para *Windows* versão 7.5.

Para além de uma análise descritiva das variáveis em estudo, determinou-se o respectivo

### **Polysomnography (PSG)**

PSG was carried out using a *Somnostar 4100* (*Sensormedics, Yorba Linda, California*) system which registered 16 feeds.

The following variables of these feeds were studied.

- 4 electroencephalography (EEG) registers; 2 central and 2 occipitals (C3/A2, C4/A1, O1/A2, O2/A1);
- bilateral electrooculography (EOG) register;
- 3 electromyography registers, of the brain and both anterior tibialis;
- electrocardiography register;
- nasal and oral airflow;
- abdominal and thoracic movement register;
- body position register;
- oximetry register using transcutaneous pulse.

The sleep state was measured manually by the Rechtchaffen and Kales method. We measured the Sleep Latency Stage, the TST percentage in states 1,2,3,4 and REM, Efficacy of Sleep, the Awakening Index and the Apnoea/Hypopnoea Index (AHI).

Apnoeas and hypopnoeas were identified manually, with software used for quantifying per hour of sleep corresponding to its value on the Apnoea/Hypopnoea Index (AHI).

All patients with AHI  $\geq 5$  respiratory events/hour were considered OSAHS-diagnosed.

### **Statistical analysis**

We used the *SPSS* statistical program for *Windows* version 7.5.

In addition to a descriptive analysis of the variables studied, a respective confidence



PAPEL DA OXIMETRIA NOCTURNA NO RASTREIO DA SÍNDROMA DE APNEIA/HIPOPNEIA OBSTRUTIVA DO SONO

Celestina Ventura, Ana Sofia Oliveira, Rita Dias, Joana Teixeira, Cristina Canhão, Odete Santos, Paula Pinto, Cristina Bárbara

intervalo de 95% de confiança para avaliar a significância estatística, na comparação dos dois grupos de indivíduos, com e sem SAHOS considerando-se como estatisticamente significativo um valor de  $p < 0,05$ .

Os resultados obtidos com a ON foram comparados com os da PSG, considerada o teste *gold standard* para a correcta identificação dos indivíduos com SAHOS.

Para uma melhor e mais fácil compreensão dos resultados obtidos, determinação da sensibilidade e especificidade, utilizámos a seguinte metodologia discriminada no Quadro III.

**Quadro III** – Metodologia para interpretação dos resultados do teste de rastreio

Resultados da ON	Resultados da PSG		Total
	Positivo	Negativo	
Positivo	a	b	a+b
Negativo	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	a+b+c+d

Neste quadro o significado das variáveis é o seguinte:

- a) Indivíduos doentes detectados pelo teste (verdadeiros positivos)
- b) Indivíduos não doentes com teste positivo (falsos positivos)
- c) Indivíduos doentes não detectados pelo teste (falsos negativos)
- d) Indivíduos não doentes com teste negativo (verdadeiros negativos).

Para a determinação da sensibilidade, da especificidade, do valor preditivo positivo e do valor preditivo negativo utilizámos as seguintes fórmulas:

interval of 95% was set to evaluate the statistical significance in comparing the two groups (OSAHS and non-OSAHS), with  $p < 0.05$  taken as statistically significant.

The NO results were compared with those obtained via PSG. The latter test is deemed the gold standard for the correct identification of OSAHS.

We employed the methodology detailed in Table III below for a better and easier understanding of the results obtained and determining of sensitivity and specificity.

**Table III** – Methodology for interpreting the screening tests results

NO results	PSG results		Total
	Positive	Negative	
Positive	a	b	a+b
Negative	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	a+b+c+d

The significance of the variables in that table is as follows.

- a) Individuals with the disease detected by the test (true positives)
- b) Individuals without the disease with a positive test (false positives)
- c) Individuals with the disease not detected by the test (false negatives)
- d) Individuals without the disease with a negative test (true negatives).

We used the following formulae to determine sensitivity, specificity and the positive and negative predictive values:

Sensibilidade =  $a / a + c$

Especificidade =  $d / b + d$

Valor preditivo positivo =  $a / a + b$

Valor preditivo negativo =  $d / c + d$

Foram determinados os números de verdadeiros positivos (VP), falsos positivos (FP), falsos negativos (FN) e verdadeiros negativos (VN) nos resultados da ON.

A sensibilidade (VP/VP+FN) e a especificidade (VN/FP+VN) também foram determinadas.

## Resultados

### Caracterização demográfica e nutricional

A população-alvo englobou 63 indivíduos (100%). No total dos indivíduos observados (Quadro IV), verificou-se uma predominância do sexo masculino (n=45) sobre o sexo feminino (n=18), confirmando-se a existência de SAHOS em 37 homens e 10 mulheres.

A idade variou entre os 22 e os 77 anos, com uma média etária de 53,8 anos, não havendo diferenças significativas entre indivíduos com e sem SAHOS. A caracterização etária de acordo com o diagnóstico é apresentada no Quadro IV.

Para a avaliação nutricional utilizou-se a escala apresentada no Quadro I, tendo sido utilizado o IMC como parâmetro de classificação.

Quadro IV – Caracterização demográfica

Caracterização demográfica	Com SAHOS	Sem SAHOS
Total de doentes	47	16
Sexo masculino	37	8
Sexo feminino	10	8
Média etária	54,4 (22-77)	51,8 (35-69)

Sensitivity =  $a / a + c$

Specificity =  $d / b + d$

Positive predictive value =  $a / a + b$

Negative predictive value =  $d / c + d$

We also determined the number of true positives (TP), false positives (FP), false negatives (FN) and true negatives (TN) in the NO results.

In addition, sensitivity (TP/TP+FN) and specificity (TN/FP+TN) were determined.

## Results

### Nutritional and demographic profile

The target population comprised 63 subjects (100%).

Males (n=45) predominated over females (n=18) in the total of subjects observed (Table IV) with OSAHS confirmed in 37 males and 10 females.

The age ranged from 22-77 years; mean 53.8 years. There were no significant differences between those with or without OSAHS. Table IV shows the age ranges in accord with the diagnosis.

We used the scale shown in Table I for the nutritional analysis, using BMI as a classification parameter.

Table IV – Demographic profile

Demographic profile	With OSAHS	No OSAHS
Total patients	47	16
Male	37	8
Female	10	8
Mean age	54.4 (22-77)	51.8 (35-69)

**Quadro V** – Caracterização nutricional (IMC)

IMC	Com SAHOS (n.º doentes)	Sem SAHOS (n.º doentes)
Normal	3	3
Pré-obesidade	8	9
Classe 1	26	3
Classe 2	6	1
Classe 3	4	0
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>16</b>

A caracterização nutricional dos indivíduos encontra-se discriminada na Quadro V. Constatou-se também que os doentes com SAHOS apresentavam um IMC superior ( $32,7 \pm 6,0$ ) relativamente aos indivíduos sem SAHOS ( $27,8 \pm 4,4$ ),  $p < 0,005$ .

#### **Avaliação da hipersonolência, da qualidade do sono e dos eventos respiratórios**

A avaliação da hipersonolência diurna foi efectuada numa forma subjectiva mediante o recurso à escala de Epworth. Conforme se pode constatar no Quadro VI, não se verificaram diferenças significativas em termos de hipersonolência no grupo de indivíduos com e sem SAHOS.

Para a avaliação da qualidade do sono foram analisadas diversas variáveis.

Foi caracterizado o tempo de latência ao sono (em minutos), ou seja, o tempo que um indivíduo levava para entrar em estágio 1, quando transitava da fase de vigília para o sono. Considerou-se como normal um período de latência inferior a 30 minutos e superior a 10 minutos.

Os indivíduos foram agrupados nos seguintes intervalos: < 5 min; 5-14 min; 15-30 min; > 30 min.

A análise do tempo de latência ao sono foi de  $12,7 \pm 12,4$  min nos indivíduos sem

**Table V** – Nutritional profile (BMI)

BMI	With OSAHS (n.º patients)	No OSAHS (n.º patients)
Normal	3	3
Pre-obesity	8	9
Class 1	26	3
Class 2	6	1
Class 3	4	0
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>16</b>

Table V shows the subjects' nutritional profile. It can be seen that OSAHS sufferers have a higher BMI ( $32.7 \pm 6.0$ ) than those without OSAHS ( $27.8 \pm 4.4$ ),  $p < 0.005$ .

#### **Evaluation of excessive daytime drowsiness, sleep quality and respiratory events**

We used the Epworth Sleepiness Scale for a subjective evaluation of excessive daytime drowsiness. As Table VI shows, there were no significant differences seen in excessive daytime drowsiness between the two groups.

We analysed a raft of variables to evaluate quality of sleep.

The sleep latency time, the time the subjects takes to enter into stage 1 – passing from wakefulness to sleep – was counted in minutes. A normal latency period is one below 30 and above 10 minutes.

The subjects were grouped into these intervals: < 5 min; 5-14 min; 15-30 min; > 30 min. The analysis of sleep latency time was  $12.7 \pm 12.4$  min in non-OSAHS individuals and  $13.2 \pm 9.6$  min in subjects with OSAHS. These differences were not significant. The distribution into intervals is shown in Table VI.

PAPEL DA OXIMETRIA NOCTURNA NO RASTREIO DA SÍNDROMA DE APNEIA/HIPOPNEIA OBSTRUTIVA DO SONO

Celestina Ventura, Ana Sofia Oliveira, Rita Dias, Joana Teixeira, Cristina Canhão, Odete Santos, Paula Pinto, Cristina Bárbara

Quadro VI – Avaliação da hipersonolência, da qualidade do sono e dos eventos respiratórios

	Com SAHOS	Sem SAHOS (n.º doentes)	Significância estatística
<b>Escala de Epworth</b>			
<b>Total</b>	<b>11,7</b>	<b>9,6</b>	<b>NS</b>
<b>Latência ao sono</b>	<b>(n.º doentes)</b>	<b>(n.º doentes)</b>	
>30 min	2	3	NS
15-30 min	16	2	NS
5-14 min	19	7	NS
<5 min	10	4	NS
<b>Estádios de sono</b>			
Estádio 1 (%)	10,4	10,9	NS
Estádio 2 (%)	52,3	51,8	NS
Estádio 3 (%)	10,2	11,2	NS
Estádio 4 (%)	11,9	11,4	NS
Estádio REM (%)	14,5	14,7	NS
<b>Eficiência do sono (%)</b>	<b>80,5</b>	<b>72,4</b>	<b>p&lt;0,05</b>
<b>Índice de despertares</b>			
(eventos/hora)	<b>36,9</b>	<b>15,1</b>	<b>p&lt;0,001</b>
IAH (eventos/hora)	39,4	2,6	p<0,001

NS – não significativo

Table VI – Excessive daytime drowsiness, quality of sleep and respiratory events evaluation

	With OSAHS	No OSAHS (n.º patients)	Statistical significance
<b>Epworth Scale</b>			
<b>Total</b>	<b>11.7</b>	<b>9.6</b>	<b>NS</b>
<b>Sleep Latency</b>	<b>(n.º patients)</b>	<b>(n.º patients)</b>	
>30 min	2	3	NS
15-30 min	16	2	NS
5-14 min	19	7	NS
<5 min	10	4	NS
<b>Sleep Stages</b>			
Stage 1 (%)	10.4	10.9	NS
Stage 2 (%)	52.3	51.8	NS
Stage 3 (%)	10.2	11.2	NS
Stage 4 (%)	11.9	11.4	NS
REM Stage (%)	14.5	14.7	NS
<b>Efficacy of Sleep (%)</b>	<b>80.5</b>	<b>72.4</b>	<b>p&lt;0.05</b>
<b>Awakening Index</b>			
(events/hour)	<b>36.9</b>	<b>15.1</b>	<b>p&lt;0.001</b>
AHI (events/hour)	39.4	2.6	p<0.001

NS – not significant

SAHOS e de  $13,2 \pm 9,6$  min nos doentes com SAHOS, não sendo estas diferenças significativas. A sua distribuição por intervalos encontra-se expressa no Quadro VI.

A avaliação do hipnograma permitiu caracterizar o estado de vigília e as várias fases do sono (Quadro VI). Conforme se pode constatar, não se verificaram diferenças significativas quanto aos diversos estádios do sono entre doentes com e sem SAHOS.

A eficiência do sono é representada pela razão entre o tempo que o indivíduo dormiu e o tempo total que o doente passou no leito. Os indivíduos sem SAHOS apresentaram uma menor eficiência do sono relativamente aos doentes com SAHOS, conforme se pode analisar no Quadro VI.

A avaliação do índice de despertares (número de episódios por hora de sono em que se verifica um despertar) permitiu verificar que existiam diferenças significativas entre os doentes com SAHOS ( $36,9 \pm 23,6$  eventos/h) e os indivíduos sem SAHOS ( $15,1 \pm 12,8$  eventos/h),  $p < 0,001$ , conforme representado no Quadro VI.

Caracterizámos os eventos respiratórios mediante o cálculo do índice de apneia/hipopneia durante o TTS (Quadro VI). Conforme se pode constatar, o IAH foi significativamente diferente entre indivíduos com e sem SAHOS.

#### **Percentagem de dessaturação de $O_2$ abaixo de 90% do TTS**

Foi também avaliada a percentagem de dessaturação de  $O_2$  abaixo de 90% em relação ao TTS (Fig. 1), verificando-se que existiam diferenças significativas ( $p < 0,001$ ), entre indivíduos com SAHOS ( $25,4 \pm 29,7\%$ ) e sem SAHOS ( $1 \pm 1,5\%$ ).

Hypnogram evaluation allowed the state of wakefulness and the various sleep stages to be profiled (Table VI). As can be seen, there were no significant differences in the various sleep stages between the OSAHS and non-OSAHS subjects.

Sleep efficacy is given by the ratio between the time an individual slept and the total time he/she spent in bed. Non-OSAHS subjects had a greater efficacy of sleep than OSAHS subjects, as Table VI shows.

An evaluation of the Awakening Index (the amount of episodes per hour in which an awakening is noted) allows us to verify that there were significant differences between the OSAHS subjects ( $36.9 \pm 23.6$  events/h) and the non-OSAHS subjects ( $15.1 \pm 12.8$  events/h),  $p < 0.001$ , as Table VI shows.

We used the Apnoea/Hypopnoea Index (AHI) to calculate the respiratory events during TST (Table VI). As can be seen, the AHI was significantly different in the OSAHS and non-OSAHS patients.

#### **Percentage of $O_2$ desaturation below 90% of TST**

The percentage of  $O_2$  desaturation below 90% in relation to the TST was also evaluated (Fig. 1), and this showed significant differences ( $p < 0.001$ ) between the OSAHS ( $25.4 \pm 29.7\%$ ) and non-OSAHS ( $1 \pm 1.5\%$ ) patients.

#### ***$O_2$ desaturation intervals in the total percentage of sleep (%TST)***

In order to measure the degree of  $O_2$  desaturation below 90%, we grouped the subjects into 4 intervals of desaturation severity, as Table VII shows.

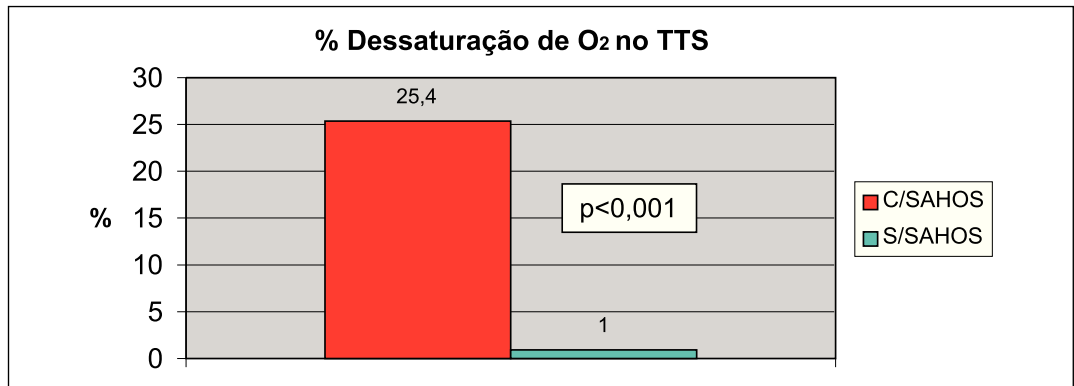


Fig. 1 – Avaliação da percentagem do TTS com dessaturação de O<sub>2</sub> abaixo de 90%

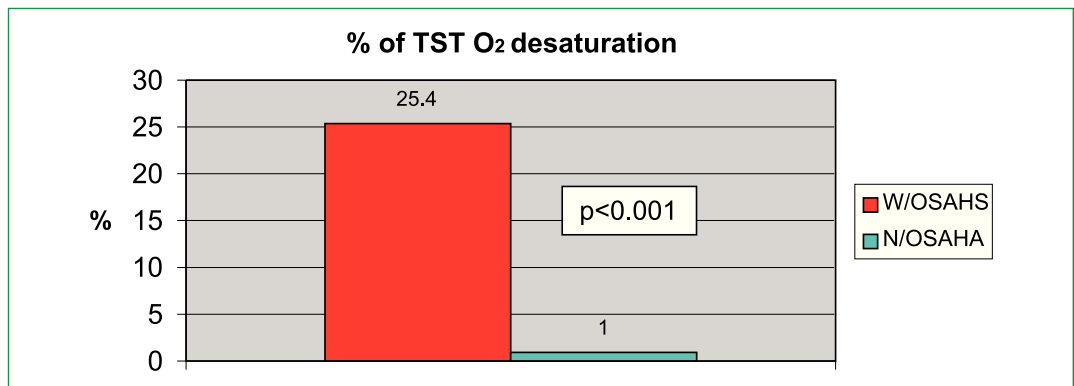


Fig. 1 – Evaluation of the TST percentage with O<sub>2</sub> saturation below 90%

**Intervalos de dessaturação de O<sub>2</sub> na percentagem total de sono (%TTS)**

A fim de caracterizar o grau de dessaturação de O<sub>2</sub> abaixo de 90%, agrupámos os indivíduos em 4 intervalos de gravidade de dessaturação, conforme se apresenta no Quadro VII. Ao agruparmos os indivíduos segundo os graus de gravidade para o intervalo de dessaturação de O<sub>2</sub> em percentagem do TTS, os doentes foram distribuídos da forma que se apresenta na Fig. 2. Conforme se pode avaliar, à medida que aumenta a % de dessaturação no TTS, aumenta o número de doentes com SAHOS.

Fig. 2 shows the distribution of the subjects according to the degree of severity of O<sub>2</sub> desaturation in relation to the percentage of TST. It shows that the desaturation percentage increasing in relation to the TST corresponded to a greater number of OSAHS patients. We used 2 cutoff points to evaluate the screening tool's sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value, bearing the four degrees of severity of desaturation in mind. The first cutoff point used was a desaturation below 90% equal to 1% of TST. In us-

**PAPEL DA OXIMETRIA NOCTURNA NO RASTREIO DA SÍNDROMA DE APNEIA/HIPOPNEIA OBSTRUTIVA DO SONO**

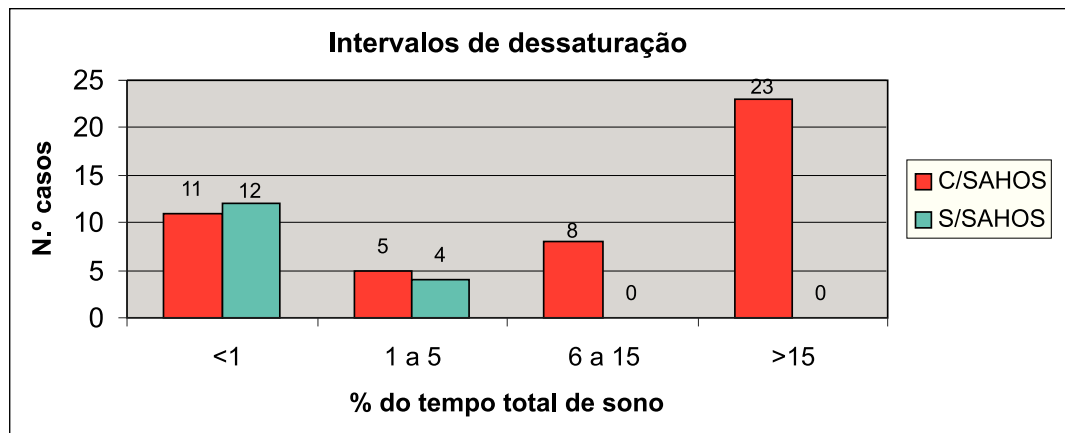
Celestina Ventura, Ana Sofia Oliveira, Rita Dias, Joana Teixeira, Cristina Canhão, Odete Santos, Paula Pinto, Cristina Bárbara

**Quadro VII** – Graus de gravidade de dessaturação de O<sub>2</sub> em % do TTS

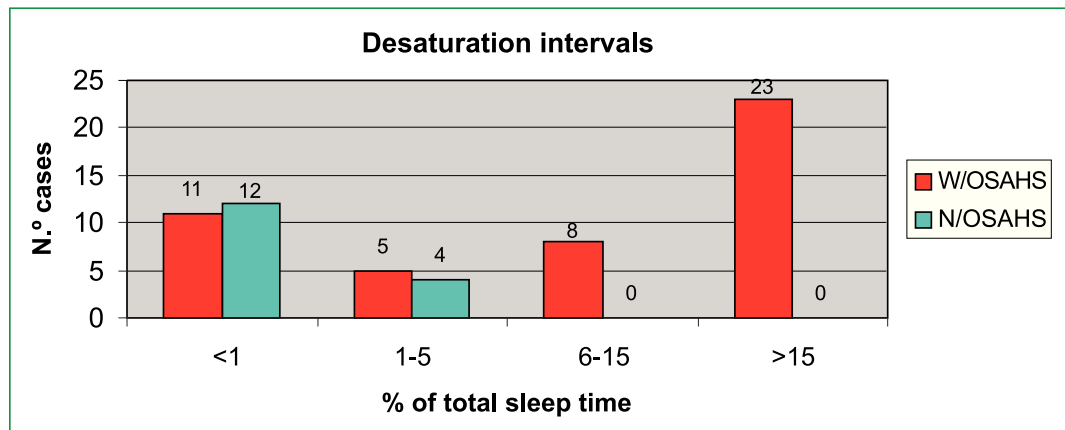
<1 %	Dessaturação não significativa
1 a 5%	Dessaturação ligeira
6 a 15 %	Dessaturação moderada
> 15 %	Dessaturação grave

**Table VII** – Degrees of O<sub>2</sub> desaturation severity in TST %

<1 %	Desaturation not significant
1-5 %	Light desaturation
6-15 %	Moderate desaturation
> 15 %	Severe desaturation



**Fig. 2** – Intervalos de dessaturação na população estudada



**Fig. 2** – Desaturation intervals in the study population

A fim de avaliar a sensibilidade, a especificidade, o valor preditivo positivo e o valor preditivo negativo do teste de rastreio, utilizá-

ing this point, all subjects with a desaturation equal to or above 1% of TST were considered OSAHS diagnosed by the NO test

mos dois pontos de corte, tendo em atenção os quatro graus de gravidade de dessaturação. O primeiro ponto de corte utilizado foi o de uma dessaturação abaixo de 90%, igual a 1% do TTS. Com a utilização deste ponto de corte, todos os indivíduos com dessaturação igual ou superior a 1% do TTS foram considerados como tendo o diagnóstico da SAHOS pelo teste de

and all subjects with a desaturation below 1% of TST were considered negative by the NO test (Fig. 3).

The second cutoff point used was a desaturation below 90% equal to 5% of TST. In using this point, all subjects with a desaturation equal to or above 5% of TST were considered OSAHS diagnosed by the NO

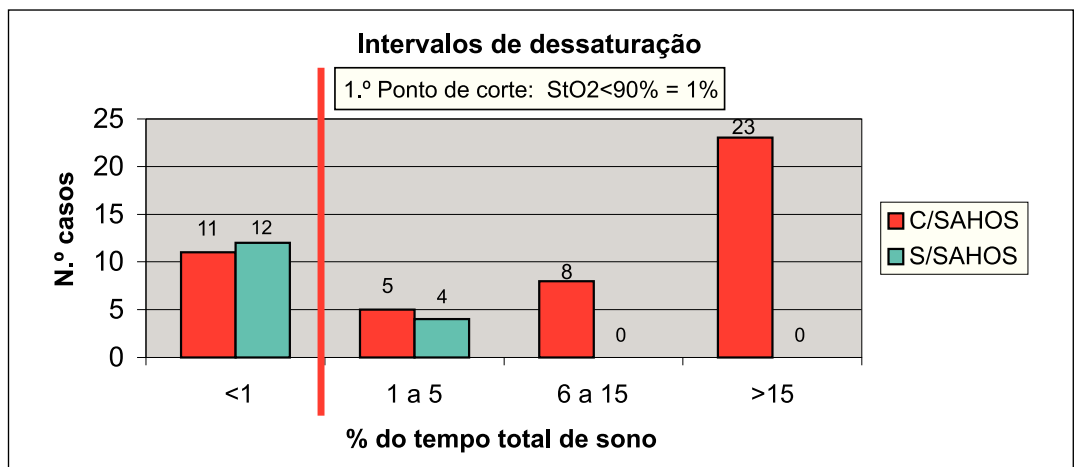


Fig. 3 – Intervalos de dessaturação utilizando o ponto de corte de 1% do TTS, com dessaturação de O<sub>2</sub> abaixo de 90%

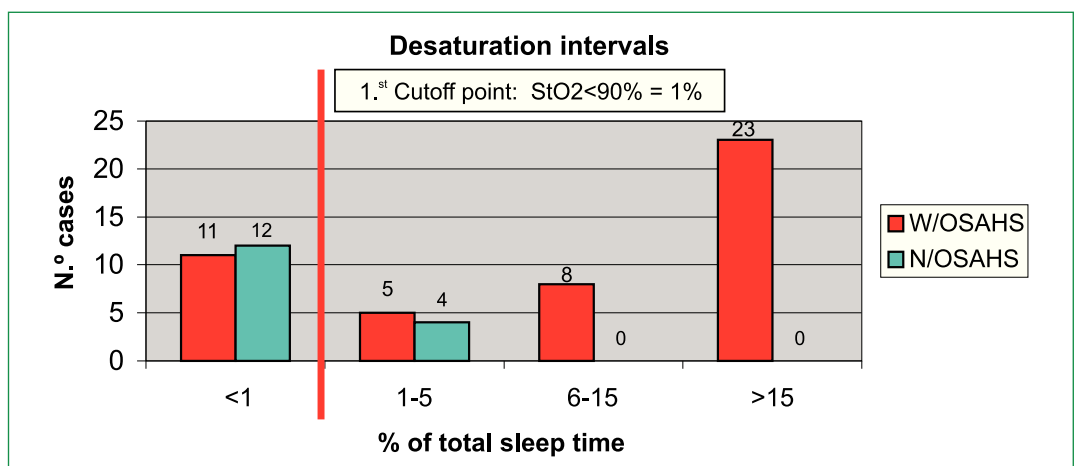


Fig. 3 – Desaturation intervals using the 1% of TST cutoff point, with O<sub>2</sub> desaturation below 90%



**PAPEL DA OXIMETRIA NOCTURNA NO RASTREIO DA SÍNDROMA DE APNEIA/HIPOPNEIA OBSTRUTIVA DO SONO**

Celestina Ventura, Ana Sofia Oliveira, Rita Dias, Joana Teixeira, Cristina Canhão, Odete Santos, Paula Pinto, Cristina Bárbara

rastreo (ON), e todos os indivíduos com dessaturação inferior a 1% do TTS considerados negativos pelo teste de rastreo (ON) (Fig. 3).

O segundo ponto de corte utilizado foi o de uma dessaturação abaixo de 90%, igual a 5% do TTS. Com este segundo ponto de corte, todos os indivíduos com dessaturação igual ou superior a 5% do TTS foram considera-

test and all subjects with a desaturation below 5% of TST were considered negative (Fig. 4).

The calculation of the screening test's sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value using the 1<sup>st</sup> cutoff point are explained in Table VIII.

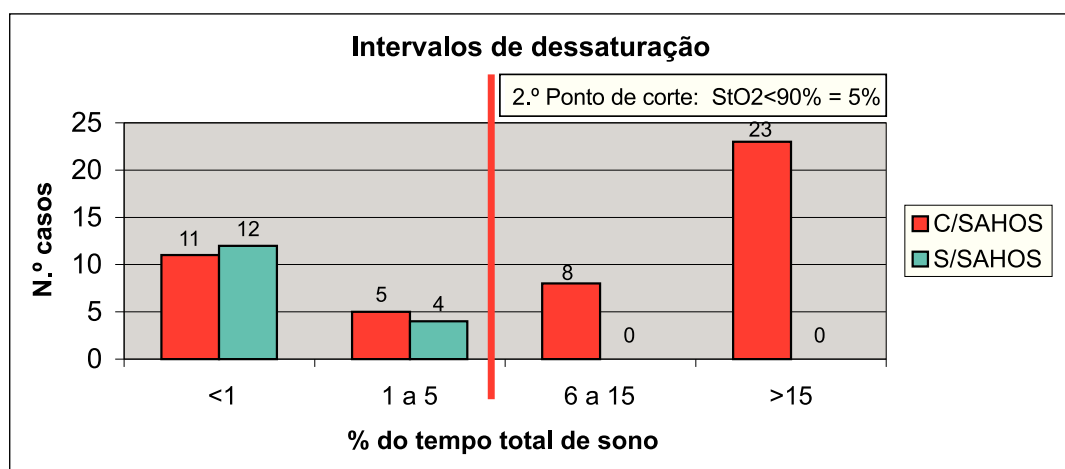


Fig. 4 – Intervalos de dessaturação utilizando o ponto de corte de 5% do TTS, com dessaturação de O<sub>2</sub> abaixo de 90%

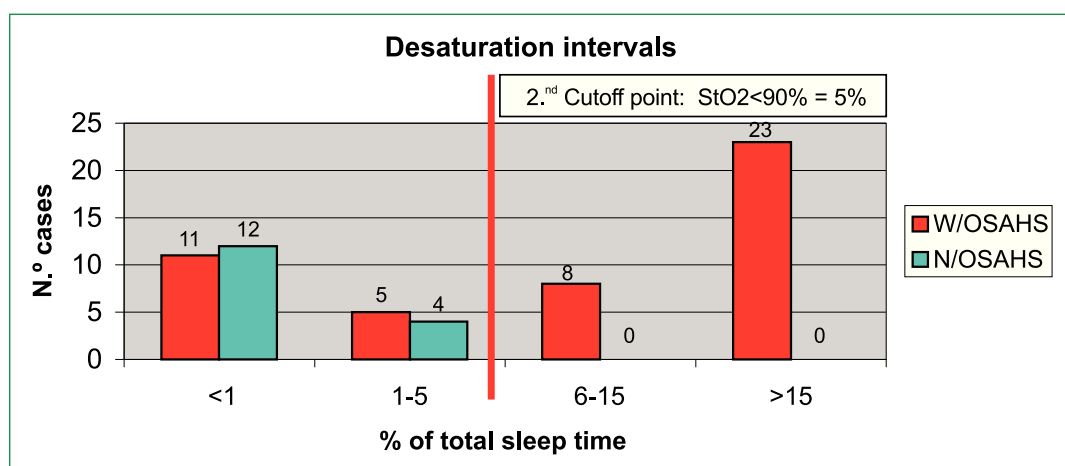


Fig. 4 – Desaturation intervals using the 5% of TST cutoff point, with O<sub>2</sub> desaturation below 90%

dos como tendo o diagnóstico de SAHOS pelo teste de rastreio (ON), e todos os indivíduos com dessaturação inferior a 5% do TTS considerados negativos (Fig. 4).

O cálculo da sensibilidade, da especificidade, do valor preditivo positivo e do valor preditivo negativo, para o teste de rastreio, utilizando o primeiro ponto de corte, encontra-se explicitado no Quadro VIII.

**Quadro VIII** – Análise de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo da ON, para o primeiro ponto de corte

Resultados da ON	Resultados da PSG		Total
	Com SAHOS	Sem SAHOS	
Positivo	(a) 36	(b) 4	(a+b) 40
Negativo	(c) 11	(d) 12	(c+d) 23
Total	(a+c) 47	(b+d) 16	(a+b+c+d) 63

A análise dos dados forneceu os seguintes resultados:

- Sensibilidade =  $a / a+c = 36 / 36+11 = 36/47 = 76,6\%$
- Especificidade =  $d / b+d = 12 / 4+12 = 12/16 = 75\%$
- Valor preditivo positivo =  $a / a+b = 36 / 36+4 = 36/40 = 90\%$
- Valor preditivo negativo =  $d / c+d = 12 / 11+12 = 12/23 = 52,2\%$

Conforme se pode constatar neste **primeiro ponto de corte**, verifica-se que a ON tem uma sensibilidade de 76,6%. Isto significa que, nesta situação, quando o indivíduo é positivo para SAHOS no teste de referência (PSG), a probabilidade do teste de rastreio (ON) ser positivo é de 76,6%. Por outro lado, a especificidade é de 75%, isto é, quando o indivíduo

**Table VIII** – Analysis of NO sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value for the 1<sup>st</sup> cutoff point

NO Results	Resultados da PSG		Total
	With OSAHS	No OSAHS	
Positive	(a) 36	(b) 4	(a+b) 40
Negative	(c) 11	(d) 12	(c+d) 23
Total	(a+c) 47	(b+d) 16	(a+b+c+d) 63

Data analysis gave us the following results.

- Sensitivity =  $a / a+c = 36 / 36+11 = 36/47 = 76.6\%$
- Specificity =  $d / b+d = 12 / 4+12 = 12/16 = 75\%$
- Positive predictive value =  $a / a+b = 36 / 36+4 = 36/40 = 90\%$
- Negative predictive value =  $d / c+d = 12 / 11+12 = 12/23 = 52.2\%$

As this **first cutoff point** shows, NO has a 76.6% sensitivity. What this means is that, in this situation when a subject is OSAHS positive in the reference test (PSG), there is a 76.6% probability that the NO screening test will be positive. Additionally, specificity is 75%, meaning when a subject is OSAHS negative, the probability of the NO screening test being negative is 75%. Positive predictive value, or the probability that an individual with a positive screening test is actually positive, is 90%. Negative predictive value, or the probability that a negative screening test is actually negative, is 52.2%.

The calculation of the screening test's sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value using the 2<sup>nd</sup> cutoff point are explained in Table IX.

é negativo para SAHOS a probabilidade de o teste de rastreio (ON) ser negativo é de 75%. Quanto ao valor preditivo positivo, ou seja, a probabilidade que um indivíduo com teste de rastreio positivo tem de ser verdadeiramente positivo, é de 90%. Em contrapartida, o valor preditivo negativo, ou seja, a probabilidade que um teste de rastreio negativo tem de ser verdadeiramente negativo, é de 52,2%.

O cálculo da sensibilidade, da especificidade, do valor preditivo positivo e do valor preditivo negativo, para o teste de rastreio, utilizando o segundo ponto de corte, encontra-se explicitado no Quadro IX.

**Quadro IX** – Análise de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo de ON, para o segundo ponto de corte

Resultados da ON	Resultados da PSG		Total
	Com SAHOS	Sem SAHOS	
Positivo	(a) 31	(b) 0	(a+b) 31
Negativo	(c) 16	(d) 16	(c+d) 32
Total	(a+c) 47	(b+d) 16	(a+b+c+d) 63

A análise dos dados forneceu os seguintes resultados:

- Sensibilidade =  $a / a+c = 31 / 31+16 = 31/47 = 65,9\%$
- Especificidade =  $d / b+d = 16 / 0+16 = 16/16 = 100\%$

**Table IX** – Analysis of NO sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value for the 2<sup>nd</sup> cutoff point

NO Results	Resultados da PSG		Total
	With OSAHS	No OSAHS	
Positive	(a) 31	(b) 0	(a+b) 31
Negative	(c) 16	(d) 16	(c+d) 32
Total	(a+c) 47	(b+d) 16	(a+b+c+d) 63

Data analysis gave us the following results.

- Sensitivity =  $a / a+c = 31 / 31+16 = 31/47 = 65.9\%$
- Specificity =  $d / b+d = 16 / 0+16 = 16/16 = 100\%$
- Positive predictive value =  $a / a+b = 31 / 31+0 = 31/31 = 100\%$
- Negative predictive value =  $d / c+d = 16 / 16+16 = 16/32 = 50\%$

Table X shows the analysis of these results, bearing the **second cutoff point** in mind. There is 65.9% sensitivity, meaning that when a subject is OSAHS positive in the reference test (PSG), there is a 65.9% probability that the NO screening test will be positive. Additionally, specificity is 100%, meaning when a subject is OSAHS negative in the reference test, the probability of the NO screening test being negative is 100%. Positive predictive value, or the probability that an individual with a positive screening test is actually po-

**Table X** – Comparison of the two cutoff points results

Screening test (NO)	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
1 <sup>st</sup> cutoff point	76.6%	75%	90%	52.2%
2 <sup>nd</sup> cutoff point	65.9%	100%	100%	50%

**Quadro X** – Comparação de resultados entre os dois pontos de corte

Teste de rastreio (ON)	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
Primeiro ponto de corte	76,6%	75%	90%	52,2%
Segundo ponto de corte	65,9%	100%	100%	50%

- Valor preditivo positivo =  $a / a+b = 31 / 31+0 = 31/31 = 100\%$
- Valor preditivo negativo =  $d / c+d = 16 / 16+16 = 16/32 = 50\%$

Passando à análise dos resultados tendo em conta o **segundo ponto de corte**, Quadro X, verifica-se uma sensibilidade de 65,9%, o que significa que, quando o indivíduo é positivo para SAHOS no teste de referência, a probabilidade de o teste de rastreio (ON) ser positivo é de 65,9%. Por outro lado, a especificidade é de 100%, isto é, quando o indivíduo é negativo para SAHOS no teste de referência, a probabilidade de o teste de rastreio (ON) ser negativo é de 100%. Em relação ao valor preditivo positivo, ou seja, à probabilidade que um indivíduo com teste de rastreio positivo tem de ser verdadeiramente positivo é de 100%. Ao avaliar-se o valor preditivo negativo, ou seja, a probabilidade que um teste de rastreio negativo tem de ser verdadeiramente negativo, o resultado foi de 50%.

No Quadro X descreve-se a comparação dos descritores epidemiológicos relativos aos dois pontos de corte por nós analisados.

### Discussão

Este estudo demonstrou que a ON como teste de rastreio para o diagnóstico de SAHOS pode representar uma hipótese elegível para doentes com suspeita clínica da referida síndrome, desde que excluídas previamente doenças respiratórias, quer pela história clínica, quer pelo exa-

minativo, is 100%. Negative predictive value, or the probability that a negative screening test is actually negative, was 50%.

Table X compares the epidemiological descriptors relative to the two cutoff points we analysed.

### Discussion

This study showed that NO could be an elective choice screening test for the diagnosis of OSAHS for patients with a clinical suspicion of OSAHS in whom respiratory diseases have been ruled out, whether by their case history, objective exams, or, better yet, by other complementary diagnostic tests.

While oximetry is frequently used as a stand-alone primary screening for OSAHS as pulse oximetry is readily available, it has limitations which must be evaluated before oximetry is used as a stand-alone for diagnosing clinical conditions or treatment schedules.

Despite the results obtained from our study, we would like to highlight some considerations, bearing in mind the variables studied.

In the total number of subjects studied ( $n=63$ ), the male gender predominated, with OSAHS confirmed in 37 males and 10 females, a finding which is in line with epidemiological studies published<sup>1,2,16</sup>.

Age profiling shows that OSAHS-diagnosed patients have a mean age of 54 years

me objectivo, quer ainda mediante outros exames complementares de diagnóstico.

A oximetria é frequentemente usada isoladamente como primeiro *screening* para a SAHOS, dada a disponibilidade universal dos oxímetros de pulso.

Os oxímetros têm no entanto limitações que devem ser avaliadas antes de serem usados isoladamente para o diagnóstico de condições clínicas ou atitudes terapêuticas.

Apesar dos resultados obtidos no nosso estudo, salientamos algumas considerações, tendo em atenção as variáveis estudadas.

No total de indivíduos observados (n=63), verificou-se uma predominância do sexo masculino sobre o sexo feminino, confirmando-se a existência de SAHOS em 37 homens e em 10 mulheres, o que está de acordo com os estudos epidemiológicos publicados<sup>1,2,16</sup>.

A caracterização etária revela que os doentes em que se confirma SAHOS têm uma média etária de 54 anos, o que também está de acordo com o descrito na literatura<sup>1,2,16</sup>.

Na avaliação nutricional, constatámos que os doentes com SAHOS apresentavam um IMC superior aos doentes sem SAHOS, com um predomínio da classe I, o que denota a associação entre a obesidade e a SAHOS, também de acordo com numerosos estudos apresentados<sup>1,8,16</sup>.

Quando avaliámos a hipersonolência diurna recorrendo à ESE, não foram significativos os resultados obtidos em indivíduos com e sem SAHOS. Este achado também é um dado que se verifica cada vez mais em estudos recentes, nomeadamente num estudo efectuado em Portugal<sup>14</sup>. De facto, a ESE, embora seja um bom teste para caracterizar a hipersonolência diurna, possui no entanto uma fraca especificidade para a exclusão de indivíduos sem SAHOS, como é referido na literatura<sup>4,14,15</sup>.

old, a finding which is also in line with the literature<sup>1,2,16</sup>.

Nutritional analysis shows that OSAHS-diagnosed patients have a higher BMI than non-OSAHS subjects and that class I predominates, denoting a link between obesity and OSAHS. Yet again this is in line with several published works<sup>1,8,16</sup>.

Using the ESS to assess excessive daytime drowsiness shows no significant differences in the OSAHS and non-OSAHS results, a finding which is seen more and more in recent studies, particularly a study undertaken in Portugal<sup>14</sup>. While the ESS is a good test for characterising excessive daytime drowsiness, it has a weak specificity for ruling out non-OSAHS subjects, as several studies have noted<sup>4,14,15</sup>.

In terms of Quality of Sleep, there were no significant differences seen, either in the Sleep Latency period or the amount of various REM and non-REM sleep states. There was a statistical difference seen in Efficacy of Sleep, the ratio between the time an individual slept and the total time he/she spent in bed. OSAHS-diagnosed patients had a greater Efficacy of Sleep than non-OSAHS-diagnosed patients, which could represent a longer period of wakefulness in the non-OSAHS-diagnosed patients, probably caused by the artificial environment of the sleep laboratory and possible insomnia in the group that was PSG negative for OSAHS. The Awakening Index also showed differences between the OSAHS and the non-OSAHS populations, which is in accord with the known physiopathological mechanisms. OSAHS patients' awakening indices were markedly greater than those of non-OSAHS individuals.

**A oximetria é frequentemente usada isoladamente como primeiro screening para a SAHOS**

Quanto à caracterização da qualidade do sono, não se verificaram diferenças significativas quer no período de latência do sono, quer na distribuição dos vários estádios de sono não REM e REM. Já no que diz respeito à eficiência do sono, ou seja, à razão entre o tempo que o indivíduo dormiu e o tempo total que passou no leito, constatou-se uma diferença com significado estatístico, ou seja, os doentes com SAHOS tinham uma maior eficiência do sono, relativamente aos indivíduos sem SAHOS, o que poderá representar uma maior duração da vigília no grupo de indivíduos sem SAHOS, provavelmente devido ao efeito do ambiente artificial que representa um laboratório de sono e, também, à eventual existência de insónia, no grupo com PSG negativa para SAHOS. Também o índice de despertares apresentou diferenças significativas entre a população com e sem SAHOS, o que está de acordo com os mecanismos fisiopatológicos conhecidos. Assim, os doentes com SAHOS apresentaram índices de despertares francamente superiores aos dos indivíduos sem SAHOS.

Ao avaliarmos os eventos respiratórios, verificámos que em relação ao índice de apneia/hipopneia existiam diferenças significativas entre indivíduos com e sem SAHOS, o que está de acordo com o esperado, já que este índice era um pré-requisito para a caracterização dos dois grupos de estudo com e sem SAHOS.

Quando passamos à análise do poder diagnóstico da ON, Quadro X, verificamos que para o primeiro ponto de corte (dessaturação abaixo de  $90\% \geq 1\%$  do TTS – Fig. 3) obtivemos uma sensibilidade e uma especificidade de 76,6% e 75%, respectivamente. No entanto, quando utilizamos o segundo ponto de corte (dessaturação abaixo de  $90\% \geq 5\%$  do TTS – Fig. 4), ainda que a sensibilidade diminua para 65,9%, a especificidade aumenta para 100%, com um

In evaluating Respiratory Events, we can see the Apnoea/Hypopnoea Index (AHI) showed significant differences between OSAHS and non-OSAHS individuals. This is in line with what was predicted, in that this index is a pre-requisite for dividing the two study groups into OSAHS and non-OSAHS.

In analysing the diagnostic power of NO (Table X) we see that there is a sensitivity of 76.6% and a specificity of 75% for the 1<sup>st</sup> cutoff point of desaturation below  $90\% \geq 1\%$  of TST (Fig. 3). Yet, in analysing the 2<sup>nd</sup> cutoff point of desaturation below  $90\% \geq 5\%$  of TST (Fig. 4), while the sensitivity has reduced to 65.9%, the specificity has risen to 100%, with a positive predictive value of 100% (Table X). This means that each case positively identified was indeed positive.

Published studies involving the stand-alone use of NO as a diagnostic screening test for OSAHS have widely divergent results<sup>12,18-31</sup>. The majority show a sensitivity from 31-98% and a specificity from 41-100%<sup>4,11</sup>.

The variance in sensitivity and specificity denotes contradictory results. Some show low sensitivity and high specificity, while other present high sensitivity for OSAHS<sup>21,27,29</sup>.

The different reasons for these discrepant results have been discussed, particularly the proportion of OSAHS patients. There is a high rate of OSAHS, arising from an inherent tendency of Sleep Units, which have a greater probability of studying positive subjects, as we saw in our study. Another possible explanation of the contradictory results found could be the varying ratio of slight/severe OSAHS seen in studies, or the variability inherent in the degree of desaturation.

**(...) em relação ao índice de apneia/hipopneia existiam diferenças significativas entre indivíduos com e sem SAHOS**

valor preditivo positivo de 100%, conforme se encontra expresso no Quadro X. Isto quer dizer que todos os casos positivos identificados são verdadeiramente positivos.

Os estudos apresentados na literatura envolvendo a utilização isolada da ON como método de rastreio diagnóstico para a SAHOS, apresentam resultados divergentes entre si<sup>12,18-31</sup>.

Na maioria dos estudos, a sensibilidade é variável entre valores de 31 e 98% e a especificidade entre 41 e 100%<sup>4,11</sup>.

A grande amplitude de sensibilidade e especificidade denota alguns resultados contraditórios, tendo alguns estudos baixa sensibilidade e elevada especificidade, enquanto outros apresentam elevada sensibilidade para a SAHOS<sup>21,27,29</sup>.

Têm sido discutidas as diferentes razões para estes resultados discrepantes, nomeadamente a proporção de doentes com SAHOS (elevada prevalência da SAHOS que decorre de um viés inerente às unidades de sono, que têm mais probabilidade de estudar indivíduos positivos, como ocorre neste estudo). São também possíveis razões explicativas dos resultados contraditórios encontrados, a variabilidade de proporção de formas ligeiras/graves de SAHOS, nos diversos estudos, ou a própria variabilidade da gravidade da dessaturação. A idade, a função pulmonar e o grau de obesidade são também factores condicionantes de diferentes valores de sensibilidade e especificidade<sup>1</sup>. No presente caso, tentámos remover a influência da função pulmonar mediante a exclusão de doentes com patologia respiratória.

Existem diferentes técnicas na análise da oximetria. Os métodos mais frequentemente usados incluem o número de dessaturações por hora para um valor predefinido de saturação de oxigénio (habitualmente declínio de 4% na saturação de oxigénio) ou alternativamente o tempo de estudo com saturação de oxigénio

Age, lung function and degree of obesity are also factors impacting on the different sensitivity and specificity values<sup>1</sup>. In our study we tried to remove the influence lung function can exert by excluding patients with a respiratory condition.

Different techniques for analysing oximetry abound. The most frequently used methods are the number of desaturations per hour for a predefined oxygen saturation value (usually a drop of 4% in oxygen saturation) or alternatively the time of study with oxygen saturation below 90%. As far as we know, there are no comparative studies into the relative efficacy.

The results obtained in pursuing our aim to study the objective use of NO in screening for OSAHS led us to prefer the 2<sup>nd</sup> cutoff point. This cutoff point made it possible to diagnose 66% of patients with OSAHS, allowing early treatment initiation and thus avoiding having a sizeable number of patients on long waiting lists for conventional PSG in specialist centres. The number of false negatives in our study using this cutoff point stood at 50%, making it necessary to use Specialist Centres for a diagnosis whenever NO was negative and the clinical picture suggested OSAHS.

If we opted for the 2<sup>nd</sup> cutoff point, the probability of obtaining false positives when carrying out the screening test was practically nil, as the positive predictive value was 100%. This value was due to us having excluded the coexistence of a respiratory pathology. In this we were aided by a Pulmonology consultant.

Thirty-one patients in our study were true positives, which corresponds to 66% of the patients positively identified by con-

---

**Existem diferentes técnicas na análise da oximetria**

inferior a 90%. Tanto quanto nos foi dado conhecer, não existem estudos comparativos relativamente à sua eficácia relativa.

Os resultados obtidos face ao objectivo de rastreio diagnóstico da SAHOS, mediante a ON, fizeram recair a nossa opção preferencial sobre o segundo ponto de corte. Efectivamente, mediante a utilização deste ponto de corte, torna-se possível diagnosticar 66% dos doentes com SAHOS, promovendo a precocidade no início de tratamento, evitando assim que um contingente apreciável de doentes seja incluído em longas listas de espera para a realização de PSG convencional em centros de referência. Atendendo a que os falsos negativos neste estudo, com a utilização deste ponto de corte, foram de 50%, torna-se necessário recorrer a centros de referência para efectivação do diagnóstico sempre que a ON seja negativa e a clínica sugestiva de SAHOS.

Relativamente à obtenção de falsos positivos aquando da realização do teste de rastreio, se optarmos pelo segundo ponto de corte, a probabilidade de os obter é praticamente nula, já que o valor preditivo positivo foi de 100%. Este valor justifica-se pelo facto de, neste estudo, a exclusão de coexistência de patologia respiratória ter sido efectuada com o apoio de uma consulta de pneumologia.

Neste estudo, os verdadeiros positivos foram 31 doentes, o que corresponde a 66% dos doentes positivos identificados por PSG convencional, pelo que se pode concluir que recorrendo à ON, será possível evitar o recurso a este exame em 66% dos casos. Estes resultados são pois favoráveis à utilização da oximetria como teste de rastreio para o diagnóstico da SAHOS, atendendo ao facto de uma ON positiva poder sugerir o diagnóstico SAHOS, mas uma ON negativa não poder ser usada para excluir SAHOS<sup>12</sup>.

ventional PSG. This allows us to conclude that using NO makes it possible to avoid using this exam in 66% of cases. These results thus favour the use of oximetry as a screening test for diagnosing OSAHS, mindful of the fact that while a positive NO test can suggest a diagnosis of OSAHS, a negative NO cannot be used to rule out OSAHS<sup>12</sup>.

### Conclusion and final thoughts

This study shows that a quantitative analysis of NO can help in the diagnosis of OSAHS. This makes it possible to not only cut back on the number of PSGs in countries which have limited means at their disposal, but also leads to a swifter access to treatment for patients with a suggestive clinical picture and significant NO O<sub>2</sub> desaturation.

Oximetry can thus be used as a swift and accessible screening tool in patients whose complaints are compatible with OSAHS and in whom a respiratory condition has been ruled out. Here, when O<sub>2</sub> desaturations are above 5% of the TST, a diagnosis of OSAHS can be assumed and the patient sent to a specialist sleep pathology centre to begin treatment early.

When O<sub>2</sub> desaturations are below 5% of the TST and there is clinical suspicion, patients should be sent to specialist centres to undergo conventional PSG to obtain a definitive diagnosis.

We can thus establish two levels of OSAHS diagnosis investigation. The first is the study of the patient using oximetry and the second implies using PSG as part of the specialisation of the sleep medicine. These patients' treatment and follow-up should be part of



### Conclusão e considerações finais

Este estudo mostra que uma análise quantitativa da ON pode ajudar no diagnóstico de SAHOS e esta possibilidade pode não só reduzir o número de PSG em países com recursos limitados, mas também conduzir a uma maior rapidez de acesso ao tratamento em doentes com clínica sugestiva e dessaturação de O<sub>2</sub> significativa na oximetria.

Assim, a oximetria poderá ser usada como método de rastreio rápido e acessível sempre que existam doentes com queixas compatíveis com SAHOS e seja excluída previamente patologia respiratória. Nestas circunstâncias, sempre que se verificarem dessaturações de O<sub>2</sub> superiores a 5% do TTS, poder-se-á admitir o diagnóstico de SAHOS e enviar o doente para um centro diferenciado em patologia do sono, a fim de iniciar precocemente o tratamento.

Sempre que as dessaturações de O<sub>2</sub> forem inferiores a 5% do tempo total de sono, e desde que haja clínica sugestiva, dever-se-ão remeter os doentes para centros de referência com o objectivo de realização de PSG convencional para obtenção do diagnóstico definitivo.

Poderemos, assim, estabelecer dois níveis de investigação diagnóstica da SAHOS: um primeiro nível correspondendo ao estudo do doente, mediante oximetria, e um segundo que implica o recurso a PSG, correspondente ao nível da especialidade da medicina do sono. A terapêutica e o seguimento destes doentes deverá ser efectuada ao nível desta especialidade, que funcionará como referência.

Nesta óptica, os centros de referência funcionarão prioritariamente, não só para diagnosticar todos os casos de ON negativa e forte suspeita clínica de SAHOS, mas também para tratar e seguir todos os doentes com diagnóstico de SAHOS.

specialisation, to which they have been referred.

This perspective places a lot of weight on specialist centres, both for diagnosing all cases which are NO negative with a strong clinical suspicion of OSAHS, and also for treating and following up all OSAHS-diagnosed patients.

---

*(...) uma análise quantitativa da ON pode ajudar no diagnóstico de SAHOS*

## Bibliografia / Bibliography

1. Stradling JR, O Davies RJ. Sleep 1: Obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome: definitions, epidemiology, and natural history. *Thorax* 2004; 59:73-8.
2. Magalang UJ, Dmochowski J, Veermachaneni S, Draw A, Mador MJ, El-Solh A, Grant BJB. Prediction of the apnea-hypopnea index from overnight pulse oximetry. *Chest* 2003; 124:1694-701.
3. Oximetry in sleep Apnea in Adults. <http://uptodate.com>. 2004.
4. Schlosshan D, Elliott MW. Sleep 3: Clinical presentation and diagnosis of the obstructive sleep apnoea hypopnoea syndrome. *Thorax* 2004; 59:347-52.
5. American Academy of Sleep Medicine Task Force. Sleep-related breathing disorders in adults: recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research. *Sleep* 1999; 22(5):667-89.
6. Engleman HM, Douglas NJ. Sleep 4: Sleepiness, cognitive function, and quality of life in obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax* 2004; 59:618-22.
7. George CFP. Sleep 5: Driving and automobile crashes in patients with obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax* 2004; 59:804-7.
8. Robinson GV, Stradling JR, O Davies RJ. Sleep 6: Obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome and hypertension. *Thorax* 2004; 59:1089-94.
9. Konrad E Bloch. Getting the most out of nocturnal pulse oximetry. *Chest* 2003; 124:1628-30.
10. Zamarrón C, Gude F, Barcala J, Rodríguez JR, Romero PV. Utility of oxygen saturation and heart rate spectral analysis obtained from pulse oximetric recordings in the diagnosis of sleep apnea syndrome. *Chest* 2003; 123:1567-76.
11. Netzer N, Eliasson AH, Netzer C, Kristo DA. Overnight pulse oximetry for sleep-disordered breathing in adults: a review. *Chest* 2001; 120:625-33.
12. British Thoracic Society. Management of obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome in adults. A national clinical guideline. June 2003.
13. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. National Institutes of Health, National Heart, Lung and Blood Institute. Bethesda, Maryland, EUA, 1998.
14. Machado A, Drummond M, Winck JC. A escala de sonolência de Epworth reflecte a gravidade do síndrome de apneia do sono? *Rev Port Pneumol* 2002; VIII(5):525.
15. Johns MW. Daytime sleepiness, snoring, and obstructive sleep apnea. The Epworth sleepiness scale. *Chest* 1993; 103:30-36.
16. Bárbara C, Pinto P. Síndrome de apneia obstrutiva do sono: diagnóstico e terapêutica. Monografia 2005. Vitalaire.
17. Winck JC, Ferreira L. Oximetria: papel no estudo do doente respiratório. *Rev Port Pneumol* 1998; IV(3):307-13.
18. Chiner E, Signes-Costa J, Arriero JM, Marco J, Fuentes I, Sergado A. Nocturnal oximetry for the diagnosis of the sleep apnoea hypopnoea syndrome: a method to reduce the number of polysomnographies? *Thorax* 1999; 54:968-971.
19. Vázquez JC, Tsai WH, Flemons WW, Masuda A, Brant R, Hajduk E, Whitelaw WA, Remmers JE. Automated analysis of digital oximetry in the diagnosis of obstructive sleep apnoea. *Thorax* 2000; 55:302-7.
20. Series F, Marc I, Cormier Y, La Forge J. Utility of nocturnal home oximetry for case finding in patients with suspected sleep apnea hypopnea syndrome. *Ann Int Med* 1993; 119(6):449-53.
21. Douglas NJ, Thomas S, Jan MA. Clinical value of polysomnography. *Lancet* 1992; 339(8789):347-50.
22. Ryan PJ, Hilton MF, Boldy DA, Evans A, Bradbury S, Sapiano S, Prowse K, Cayton RM. Validation of British Thoracic Society guidelines for the diagnosis of the sleep apnoea/hypopnea syndrome: can polysomnography be avoided? *Thorax* 1995; 50:972-5.
23. Deegan PC, McNicholas WT. Predictive value of clinical features for the obstructive sleep apnoea syndrome. *Eur Respir J* 1996; 9:117-24.
24. George CF. Diagnostic techniques in obstructive sleep apnea. *Prog Cardiovas Dis* 1999; 41(5):355-66.
25. Pradhan PS, Gliklich RE, Winkelman J. Screening for obstructive sleep apnea in patients presenting for snoring surgery. *Laryngoscope* 1996; 106(11):1393-7.
26. Cooper BG, Veale D, Griffiths CJ, Gibson GJ. Value of nocturnal oxygen saturation as a screening test for sleep apnea. *Thorax* 1991; 46:586-8.
27. Williams AJ, Yu G, Santiago S, Stein M. Screening for sleep apnea using pulse oximetry and a clinical score. *Chest* 1991; 100:631-5.
28. H Rauscher, W Popp and H Zwick. Model for investigating snorers with suspected sleep apnoea. *Thorax* 1993; 48:275-9.

PAPEL DA OXIMETRIA NOCTURNA NO RASTREIO DA SÍNDROMA  
DE APNEIA/HIPOPNEIA OBSTRUTIVA DO SONO

Celestina Ventura, Ana Sofia Oliveira, Rita Dias, Joana Teixeira, Cristina Canhão, Odete Santos, Paula Pinto, Cristina Bárbara

29. Levy P, Pepin JL, Deschaux-Blanc C, *et al.* Accuracy of oximetry for detection of respiratory disturbances in sleep apnea syndrome. *Chest* 1996; 109:395-9.
30. Choi S, Bennett LS, Mullins R *et al.* Which derivative from overnight oximetry best predicts symptomatic response to nasal continuous positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnoea? *Respir Med* 2000; 94:895-9.
31. Gyulay S, Olson LG, Hensley MJ, King MT, Allen KM, Saunders NA. A comparison of clinical assessment and home oximetry in the diagnosis of obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147(1):50-3.