

Artigo Original de Investigação

## Caracterização da capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono e da pressão parcial de oxigénio no sangue arterial em indivíduos com DPOC

Characterization of carbon monoxide diffusion capacity and partial pressure of oxygen in arterial blood in COPD patients

Patrícia Pereira<sup>1</sup>, Mafalda de Sousa<sup>1</sup>, Raquel Barros<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Escola Superior de Saúde da Cruz Vermelha Portuguesa

<sup>2</sup> Centro Hospitalar Lisboa Norte – Hospital Pulido Valente

**Introdução:** A espirometria é a técnica que confirma o diagnóstico clínico de Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC), contudo é prática comum realizar-se um estudo mais completo, que pode incluir a capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono (DLco), a gasometria arterial e a broncodilatação.

**Objetivo:** Caracterizar a DLco e a pressão parcial de oxigénio no sangue arterial (PaO<sub>2</sub>) em repouso em doentes com DPOC, de acordo com os graus de gravidade da obstrução das vias aéreas.

**Metodologia:** Estudo do tipo retrospectivo, quantitativo e transversal. A amostra foi constituída por 372 indivíduos de ambos os géneros com diagnóstico de DPOC, que realizaram provas funcionais respiratórias entre janeiro de 2005 e dezembro de 2012. Os indivíduos foram agrupados de acordo com os critérios GOLD (2013) para o grau de gravidade da obstrução brônquica.

**Resultados:** A DLco e a PaO<sub>2</sub> diminuíram ao longo dos quatro grupos GOLD. Constatou-se que os grupos GOLD 1 e GOLD 2 apresentaram uma DLco estatisticamente superior ( $p < 0,001$ ) à dos grupos GOLD 3 e GOLD 4, e que o grupo GOLD 3 também apresentou uma DLco estatisticamente superior ( $p = 0,001$ ) à verificada no grupo GOLD 4. Quanto à PaO<sub>2</sub>, este parâmetro foi estatisticamente superior ( $p < 0,001$ ) nos grupos GOLD 1 e GOLD 2, comparativamente aos grupos GOLD 3 e GOLD 4.

**Conclusão:** A DLco e PaO<sub>2</sub> modificaram-se com o grau de gravidade da obstrução das vias aéreas o que aponta para a

necessidade de, em doentes com DPOC, se efetuar uma avaliação funcional respiratória que inclua a avaliação das trocas gasosas.

**Introduction:** Although spirometry is the technique that confirms the clinical diagnose of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), it is common practice to perform a more complete evaluation, which may include carbon monoxide diffusion capacity (DLco), arterial blood gases and bronchodilation.

**Objective:** To characterize DLco and partial pressure of oxygen in arterial blood (PaO<sub>2</sub>) at rest in patients with COPD, according to the degree of severity of airway obstruction.

**Methods:** Retrospective, quantitative and cross-sectional study. The sample included 372 individuals of both genders with a diagnosis of COPD who underwent lung function tests between January 2005 and December 2012. The subjects were grouped according to GOLD criteria (2013) for the severity of airway obstruction.

**Results:** DLco and PaO<sub>2</sub> decreased among the four groups GOLD. We found that groups GOLD 1 and GOLD 2 showed a DLco statistically superior ( $p < 0.001$ ) than groups GOLD 3 and GOLD 4 and that group GOLD 3 also had a statistically greater DLco ( $p=0.001$ ) than the one observed for group GOLD 4. As for PaO<sub>2</sub>, this parameter was statistically superior ( $p < 0.001$ ) in groups GOLD 1 and GOLD 2 compared to the one found in groups GOLD 3 and GOLD 4.

**Conclusion:** The parameters DLco and PaO<sub>2</sub> changed with the severity of airway obstruction which points to the need, in patients with COPD, to perform a lung functional evaluation that includes assessment of gas exchanges.

---

**PALAVRAS-CHAVE:** DPOC; GOLD; DLco; PaO<sub>2</sub>; FEV<sub>1</sub>; hiperinsuflação pulmonar.

**KEY WORDS:** COPD; GOLD; DLco; PaO<sub>2</sub>; FEV<sub>1</sub>; pulmonary hyperinflation.

---

Submetido em 9 agosto 2013; Aceite em 24 outubro 2013; Publicado em 30 novembro 2013.

\* **Correspondência:** Raquel Barros. Email: [raquel.barros@cardiocvp.net](mailto:raquel.barros@cardiocvp.net)

## INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC) é caracterizada por uma obstrução brônquica persistente, parcialmente reversível e progressiva, associada a uma resposta inflamatória anómala dos pulmões à inalação de partículas ou gases nocivos (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease [GOLD], 2013). De acordo com a *European Respiratory Society* (Pellegrino et al., 2005), a

espirometria é o principal exame realizado no contexto da DPOC. Segundo a *Global Initiative for Chronic Obstrutive Lung Disease* [GOLD] (2013), esta técnica permite confirmar o diagnóstico clínico de DPOC através da avaliação da relação entre o volume expiratório máximo no primeiro segundo e a capacidade vital forçada (FEV<sub>1</sub>/FVC <0,70 pós broncodilatador), uma vez que esta possibilita a determinação da presença de obstrução das vias aéreas. Além de participar no diagnóstico, a espirometria, através do valor percentual do FEV<sub>1</sub> pós

broncodilatação, permite a caracterização do grau de gravidade da obstrução brônquica na DPOC (GOLD, 2013).

Apesar de esta patologia ser diagnosticada através da realização da espirometria, é prática comum realizar-se um estudo mais completo e aprofundado destes doentes, que pode incluir a realização de pletismografia corporal total, capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono (DLco), gasometria arterial e a broncodilatação.

A medição dos volumes pulmonares por pletismografia corporal total, que inclui o volume residual (RV), a capacidade pulmonar total (TLC) e a capacidade residual funcional (FRC), são importantes na avaliação da hiperinsuflação pulmonar em indivíduos com DPOC, uma vez que, devido às características desta patologia, estes podem encontrar-se aumentados (Cardoso, 2004).

A determinação da DLco é relevante na avaliação de indivíduos com DPOC, uma vez que fornece informação sobre a superfície vascular pulmonar disponível para as trocas gasosas (Trigo, Barón, 2005). A diminuição deste parâmetro no enfisema traduz a diminuição do leito capilar e da relação ventilação / perfusão – V/Q (Lopes e Jansen, 2009).

Com a progressão da doença e a consequente deterioração da função pulmonar, o risco de hipoxemia em doentes com DPOC torna-se elevado (Rabe et al., 2007). Assim sendo, é fundamental a determinação da pressão parcial de oxigénio no sangue arterial (PaO<sub>2</sub>), através da realização de uma gasometria arterial, de forma a caracterizar e monitorizar esta variável (Fard e Zarezadeh, 2004).

A DPOC em Portugal é considerada um problema de saúde pública (Monteiro, Neves, Marques, Lopes, 2004). Esta doença promove amplas alterações funcionais respiratórias pelo que é importante caracterizar os parâmetros funcionais neste contexto. Com este diagnóstico, os indivíduos podem apresentar diferentes graus de gravidade de obstrução brônquica, assim como exibir critérios de hiperinsuflação pulmonar, o que os torna um grupo

bastante heterogéneo. Desta forma, o estudo dos parâmetros funcionais respiratórios para cada subgrupo adquire uma importância relevante e fundamental no estudo destes doentes.

O presente estudo tem como objetivo principal caracterizar a DLco e a PaO<sub>2</sub> em repouso em doentes com DPOC, de acordo com os graus de gravidade da obstrução das vias aéreas e segundo a presença ou ausência de critérios de hiperinsuflação pulmonar. Foi objetivo secundário caracterizar as associações entre o FEV<sub>1</sub> (%), a DLco e a PaO<sub>2</sub> em repouso em doentes com DPOC de acordo com os graus de gravidade da obstrução das vias aéreas e segundo a presença ou ausência de critérios de hiperinsuflação pulmonar.

## METODOLOGIA

O desenvolvimento do presente estudo foi aprovado pelo Comité de Ética para a Saúde do Centro Hospitalar Lisboa-Norte – Hospital Pulido Valente (CHLN – HPV). O estudo desenvolvido foi do tipo retrospectivo, quantitativo e transversal. A recolha de dados foi efetuada com recurso a uma base de dados, em formato excel®, pertencente à instituição/unidade onde decorreu a investigação, que incluía informações relativas à caracterização antropométrica, funcional respiratória e clínica dos indivíduos, entre janeiro de 2005 e dezembro de 2012. Todos os dados foram tratados no programa estatístico IBM® SPSS® Statistics version 20.0.

Foram incluídos no estudo indivíduos com idade superior ou igual a 40 anos, com diagnóstico clínico de DPOC, presença na espirometria de critérios (GOLD) de obstrução das vias aéreas (FEV<sub>1</sub>/FVC < 0,70 pós broncodilatador) e indivíduos que tinham realizado gasometria, espirometria, pletismografia corporal total, DLco e prova de broncodilatação no mesmo dia. Foram excluídos os indivíduos que realizaram terapêutica broncodilatadora no dia das provas funcionais respiratórias, que possuíam ou houvesse suspeita de outra patologia respiratória concomitante, que apresentaram nas provas funcionais restrição pulmonar ou alteração ventilatória mista (Pellegrino et al., 2005), ou que as

provas funcionais não cumpriam os critérios de qualidade.

A base de dados utilizada para esta investigação incluía dados relativos a 5589 indivíduos, dos quais se excluíram 4048, visto não apresentarem diagnóstico clínico de DPOC, ficando a amostra com a dimensão de 1541 doentes. No entanto, apenas 561 dos indivíduos com diagnóstico clínico de DPOC tinham realizado no mesmo dia estudo funcional respiratório completo (espirometria, pletismografia corporal total, DLco, gasometria arterial e broncodilatação). Dos 561 sujeitos excluíram-se 170 por não possuírem critérios (GOLD) espirométricos para DPOC ( $FEV_1/FVC < 0,70$  pós broncodilatação) e 19 por apresentarem alteração ventilatória mista (Pellegrino et al., 2005), resultando numa amostra final de 372 indivíduos.

Para esta investigação apenas foram consideradas as primeiras provas funcionais respiratórias de cada indivíduo realizadas no laboratório, ou seja, as visitas posteriores de seguimento não foram estudadas, de forma a evitar a repetição de resultados pertencentes a um mesmo indivíduo.

O equipamento utilizado para a realização das provas funcionais respiratórias foi o pletismógrafo *Vmax Series Autobox 6200* da *Sensormedics*® (California, EUA, 1996). A realização da espirometria, pletismografia corporal total e DLco (método *Single Breath*), assim como o cumprimento das normas de qualidade, obedeceram às *guidelines* propostas pela *American Thoracic Society / European Respiratory Society [ATS/ERS] Task Force: Standardisation of Lung Function Testing – Standardisation of Spirometry* (2005), *ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing – Standardisation of Measurement of Lung Volumes* (2005) e *ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing – Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung* (2005), respetivamente (Miller et al., 2005; Wanger et al., 2005; Macintyre et al., 2005).

A gasometria arterial foi o primeiro procedimento a ser realizado, tendo sido a artéria radial o acesso de eleição. A realização desta técnica obedeceu às

normas propostas por Mikulcik (2012). O material utilizado foram seringas heparinizadas (23~UI) *RAPIDLyte 1 mL/S* e um analisador de gases de sangue *Rapidlab 1200* da *Siemens*® (Massachusetts, EUA, 2008).

A interpretação dos resultados das provas funcionais respiratórias, no que respeita à existência de obstrução das vias aéreas e presença de hiperinsuflação pulmonar foi desenvolvida segundo os critérios propostos pela GOLD (2013) e a *ATS/ERS Task Force: Standardisation of Lung Function Testing – Interpretive Strategies for Lung Function Tests* (2005), respetivamente (Pellegrino et al., 2005). As equações de referência consideradas foram as da *European Community for Coal and Steel – ECCS* (Quanjer, Dalhuijsen, Zoramen, 1983).

A todos os indivíduos da amostra foi realizada prova de broncodilatação com um de dois fármacos, salbutamol (400 µg) ou brometo de ipatrópio (80 µg), sob a forma de inaladores pressurizados de dose controlada. O intervalo de tempo entre as fases pré e pós broncodilatação variou consoante o fármaco utilizado, sendo de 15 minutos no caso do salbutamol e de 30 minutos para o brometo de ipatrópio. A técnica de broncodilatação foi efetuada segundo as orientações da *ATS/ERS Standardisation of Lung Function Testing – General Considerations for Lung Function Testing* (2005) – Miller et al. (2003). Após a realização da prova de broncodilatação, todos os indivíduos da amostra realizaram espirometria, com o objetivo de avaliar a relação  $FEV_1/FVC$  e o  $FEV_1$  (%) pós broncodilatador.

Através da interpretação dos resultados da espirometria ( $FEV_1$  % pós broncodilatação), estabeleceram-se quatro grupos de acordo com os graus de gravidade da obstrução brônquica propostos pela GOLD (2013). O grupo GOLD 1 (Ligeiro -  $FEV_1 \geq 80\%$  do previsto) foi constituído por 59 indivíduos, o grupo GOLD 2 (Moderado -  $50\% \leq FEV_1 < 80\%$  do previsto) formado por 178 indivíduos, o grupo GOLD 3 (Grave -  $30\% \leq FEV_1 < 50\%$  do previsto) composto por 113 indivíduos e o grupo GOLD 4 (Muito grave -  $FEV_1 < 30\%$  do previsto) por 22 indivíduos.

A amostra foi também dividida de acordo com a presença ou ausência de critérios de hiperinsuflação pulmonar. Os critérios considerados foram o aumento do RV, da TLC ou da relação RV/TLC (Pellegrino et al., 2005). O grupo com hiperinsuflação pulmonar foi constituído por 194 indivíduos e o grupo sem hiperinsuflação pulmonar por 178 indivíduos.

Relativamente à análise estatística para a caracterização da amostra, recorreu-se a metodologias estatísticas descritivas. Na análise de variáveis quantitativas utilizaram-se medidas de tendência central (média amostral), medidas de dispersão (desvio-padrão), medidas de associação (coeficiente de correlação de *Spearman*) e, para as variáveis qualitativas, a distribuição de frequências.

Através do teste de *Kolmogorov-Smirnov* verificou-se que as variáveis em estudo não seguiam uma distribuição normal, pelo que se aplicaram metodologias estatísticas não paramétricas. De forma a determinar se os parâmetros DLco e PaO<sub>2</sub> variavam de acordo com os graus de gravidade da obstrução brônquica estabelecidos pela GOLD, efetuou-se o Teste de *Kruskal-Wallis*. Recorrendo à comparação múltipla das médias das ordens a partir de amostras independentes, procurou-se identificar em qual ou quais dos grupos GOLD estabelecidos é que se encontravam as diferenças supracitadas. Para verificar se a DLco e a PaO<sub>2</sub> diferiam de forma estatisticamente significativa de acordo com a presença ou ausência de hiperinsuflação pulmonar recorreu-se ao teste de Mann-Whitney.

Para todos os testes estatísticos foi considerado um nível de significância de 0,05. Segundo Barbeta (2006), as correlações foram consideradas como sendo fracas ( $r < 0,300$ ), moderadas ( $0,300 < r < 0,700$ ) e fortes ( $r > 0,700$ ).

## RESULTADOS

A totalidade da amostra foi constituída por 372 indivíduos, sendo que 301 (81%) eram do género masculino. Tanto os grupos GOLD, como os grupos sem e com hiperinsuflação pulmonar, estabelecidos

foram constituídos maioritariamente por indivíduos do género masculino (Tabela 1).

Na tabela 2 está presente a caracterização funcional respiratória para os grupos GOLD formados e para os grupos relativos à hiperinsuflação pulmonar. Constatou-se que as médias da DLco e PaO<sub>2</sub> diminuam ao longo dos quatro grupos GOLD, sendo o grupo GOLD 4 o que apresentou uma média inferior para os referidos parâmetros. O grupo relativo à hiperinsuflação pulmonar obteve médias inferiores para a DLco e PaO<sub>2</sub>, comparativamente às verificadas no grupo sem critérios de hiperinsuflação pulmonar.

Para determinar se as variáveis DLco e PaO<sub>2</sub> variavam consoante os grupos GOLD efetuou-se o Teste de *Kruskal-Wallis*, que revelou a existência de diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) em pelo menos um dos grupos. Para identificar em quais dos grupos GOLD se verificavam essas diferenças, foi necessário proceder à comparação múltipla das médias das ordens a partir de amostras independentes. Quanto à DLco, constatou-se que os grupos GOLD 1 e GOLD 2 apresentavam níveis desta variável estatisticamente superiores aos encontrados nos grupos GOLD 3 ( $p < 0,001$ ) e GOLD 4 ( $p < 0,001$ ). Também o grupo GOLD 3 possuía valores deste parâmetro estatisticamente superiores aos presentes no grupo GOLD 4 ( $p = 0,001$ ) - Figura 1. A PaO<sub>2</sub> nos grupos GOLD 1 e GOLD 2 foi estatisticamente superior ( $p < 0,05$ ) à verificada nos grupos GOLD 3 ( $p < 0,001$ ) e GOLD 4 ( $p < 0,001$ ) - Figura 2.

De forma a verificar se a DLco e a PaO<sub>2</sub> diferiam de forma estatisticamente significativa, entre os grupos sem e com hiperinsuflação pulmonar, efetuou-se o Teste de Mann-Whitney. Relativamente à DLco, este teste revelou que o grupo sem hiperinsuflação pulmonar apresentou níveis deste parâmetro estatisticamente superiores ( $p < 0,001$ ) aos verificados no grupo com hiperinsuflação pulmonar (Figura 3). A PaO<sub>2</sub> no grupo sem hiperinsuflação pulmonar revelou ser estatisticamente superior ( $p = 0,005$ ) à verificada no grupo com hiperinsuflação pulmonar (Figura 4).

Com o intuito de avaliar a possível existência de correlações entre a DLco, a PaO<sub>2</sub> e a gravidade da

obstrução brônquica ( $FEV_1$  %) em todos os grupos GOLD, foi efetuado o teste de Correlação de Spearman. Este teste foi também realizado com a intenção de verificar a possível correlação entre a DLco e a  $PaO_2$ . Foi efetuada a mesma análise de correlações para os grupos sem e com hiperinsuflação pulmonar. Não se encontraram correlações com significado estatístico entre o  $FEV_1$  (%) e a  $PaO_2$  e entre o  $FEV_1$  (%) e a DLco, em nenhum dos grupos GOLD. Foi verificada a presença de uma correlação.

No grupo sem hiperinsuflação pulmonar verificou-se a presença de uma correlação fraca positiva estatisticamente significativa entre a  $PaO_2$  e o  $FEV_1$  (%) -  $r_s=0,244$ ;  $p \sim 0,001$ . Foi também detetada a existência de correlação moderada positiva com significado estatístico entre a DLco e a  $PaO_2$  ( $r_s=0,304$ ;  $p < 0,001$ ) - Tabela 3.

Relativamente ao grupo com hiperinsuflação pulmonar determinou-se a existência de correlação moderada positiva estatisticamente significativa entre a DLco e o  $FEV_1$  (%) -  $r_s=0,492$ ;  $p < 0,001$  - e entre a  $PaO_2$  e o  $FEV_1$  (%) -  $r_s=0,376$ ;  $p < 0,001$ . Foi ainda verificada a presença de correlação moderada positiva com significado estatístico entre a DLco e a  $PaO_2$  ( $r_s=0,442$ ;  $p < 0,001$ ) - Tabela 3.

## DISCUSSÃO

Na presente investigação verificou-se que a amostra foi constituída maioritariamente por indivíduos do género masculino (81%). Estes resultados vão ao encontro dos obtidos por Ferreira et al. (2012), uma vez que estes autores constataram que, durante o período de 2007 a 2009, a prevalência de consultas relacionadas com DPOC foi superior nos homens (62,5%). A elevada prevalência de DPOC no género masculino, prende-se com o facto de em Portugal o consumo do tabaco continuar a ter um predomínio nos homens (31%) – Direção-Geral da Saúde (2007). Apesar de se verificar um aumento do número de fumadores do género feminino (Fraga et al., 2005), a sua percentagem (10,3%) permanece inferior à dos homens (Direção-Geral da Saúde, 2007).

A distribuição dos indivíduos pelos grupos GOLD foi heterogénea, sendo que os grupos que incluíram o maior número de indivíduos foram os grupos GOLD 2 e GOLD 3. Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Minas et al. (2010), uma vez que no estudo destes autores os indivíduos com DPOC (previamente diagnosticada) distribuíram-se maioritariamente pelos grupos anteriormente mencionados. O grupo GOLD 1 incluiu um número inferior de indivíduos comparativamente aos grupos GOLD 2 e GOLD 3, sendo uma das possíveis razões para este resultado o facto de a amostra ter sido recolhida a nível hospitalar, ou seja, os doentes seguidos na consulta de especialidade apresentam graus de gravidade da doença superiores àqueles que são acompanhados pelos cuidados de saúde primários (GOLD 1).

Na presente investigação, ao avaliar-se o valor médio da DLco, verificou-se que este diminui com a progressão do grau de gravidade da obstrução das vias aéreas, sendo que os grupos GOLD 1 e GOLD 2 apresentaram níveis deste parâmetro estatisticamente superiores aos verificados nos grupos GOLD 3 e GOLD 4. Também foram encontradas diferenças entre os grupos GOLD 3 e GOLD 4. Resultados semelhantes foram obtidos por Balcells et al. (2009), sendo que o estudo destes autores revelou que o valor da DLco teve um decréscimo significativo ( $p < 0,001$ ) ao longo dos grupos GOLD (GOLD I – 90,7%  $\pm$  18,4%; GOLD II – 70,2%  $\pm$  17,9%; GOLD III – 59,4%  $\pm$  18,4%; GOLD IV 41,4%  $\pm$  21,1%). No presente artigo e no dos referidos autores, a média da DLco no grupo GOLD 1/I encontra-se dentro da normalidade. Contudo, a partir do grupo GOLD 2/II a média deste parâmetro encontra-se inferior ao limite inferior da normalidade (considerando a normalidade os 75% do previsto), diminuindo concordantemente com o aumento do grau de gravidade da obstrução das vias aéreas.

Uma obstrução grave das vias aéreas ( $FEV_1 < 50\%$ ) leva a um aumento do volume residual, traduzido pela presença de enfisema nestes doentes. Por seu lado, o enfisema provoca danos na membrana alvéolo-capilar, que se traduzem numa diminuição do valor da DLco. Desta forma, e segundo Lopes e Jansen (2009),

torna-se seguro afirmar que doentes com presença de obstrução das vias aéreas grave possuem valores de DLco diminuídos. Porém, no presente estudo, essa diminuição da DLco surge numa fase mais precoce da doença, ou seja, a partir do grupo GOLD 2, o que significa que indivíduos com obstrução pelo menos moderada ( $50\% \leq FEV_1 < 80\%$ ) já apresentam este parâmetro diminuído, sendo que este se mantém em declínio com o aumento da gravidade da obstrução brônquica.

Com o presente estudo, observou-se que o valor médio da PaO<sub>2</sub> diminui com o aumento do grau de gravidade da obstrução das vias aéreas, sendo que os grupos GOLD 1 e GOLD 2 apresentaram níveis deste parâmetro estatisticamente superiores aos verificados nos grupos GOLD 3 e GOLD 4. Balcells et al. (2009) analisaram a evolução deste parâmetro em doentes com DPOC, de acordo com o grau de gravidade da obstrução das vias aéreas e obtiveram resultados semelhantes aos do presente estudo, ou seja, constataram que a PaO<sub>2</sub> diminui, de forma significativa ( $p < 0,001$ ), ao longo dos estadios GOLD (GOLD I –  $82,1 \pm 10,9$  mmHg; GOLD II –  $76,5 \pm 10,8$  mmHg; GOLD III –  $71,9 \pm 9,5$  mmHg; GOLD IV –  $67,3 \pm 7,6$  mmHg). É importante salientar que, caso se considere um *cutoff point* para o valor médio da PaO<sub>2</sub> de 75 mmHg, em ambos os estudos, os grupos GOLD 1/I e GOLD 2/II apresentavam normoxémia enquanto os grupos GOLD 3/III e GOLD 4/IV apresentavam hipoxémia.

De acordo com Cardoso (2004), nas fases avançadas da DPOC, as desigualdades da relação ventilação/perfusão conduzem a alterações nas trocas gasosas e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de hipoxemia. Os resultados obtidos no presente estudo e por Balcells et al. (2009), vão ao encontro da afirmação dos autores primeiramente mencionados, uma vez que os mesmos verificaram que em indivíduos com obstrução das vias aéreas pelo menos grave (GOLD 3), existe a presença de hipoxemia, e esta agrava com a progressão do grau da obstrução. Contudo, apesar do que foi anteriormente referido, quando se procurou a existência de correlação entre a PaO<sub>2</sub> e o FEV<sub>1</sub> (%), observou-se que não existia nenhuma correlação estatisticamente significativa

entre estes dois parâmetros em nenhum dos grupos GOLD.

Como foi descrito anteriormente, ambos os valores médios da PaO<sub>2</sub> e da DLco diminuem ao longo dos grupos GOLD, ou seja, diminuem com o aumento do grau de gravidade da obstrução brônquica. No entanto, quando se procurou uma correlação entre estas duas variáveis, verificou-se que a mesma apenas existia nos grupos GOLD 2 e 3, ou seja, apenas nestes grupos, a diminuição da DLco se fez acompanhar de uma diminuição da PaO<sub>2</sub> com significado estatístico. A relação entre a DLco e a PaO<sub>2</sub> foi igualmente estudada por Mohsenifar et al. (2003), sendo que estes autores constataram que apenas reduções da DLco superiores ou iguais a 20% da normalidade, possuem valores de PaO<sub>2</sub> igualmente diminuídos.

A amostra deste estudo foi também dividida de acordo com a presença ou ausência de critérios de hiperinsuflação pulmonar, tendo-se verificado que a maioria dos indivíduos (52,1%) apresentava este tipo de critérios (Pellegrino et al., 2005). Se for tido em consideração que a presença deste achado funcional respiratório está associada à presença de enfisema, pode constatar-se que grande parte dos indivíduos estudados apresentava este tipo de característica. Contudo, tal não pode ser comprovado pois não foram tidas em consideração as características imagiológicas destes doentes, pelo que este aspeto é apenas inferido tendo em conta as características funcionais obtidas. O predomínio de enfisema em doentes com DPOC foi igualmente encontrado por Camiciottoli et al. (s.d.), uma vez que o mesmo foi verificado em 50,8% dos indivíduos da sua amostra.

Na presente investigação o valor médio do FEV<sub>1</sub> (%) no grupo com hiperinsuflação pulmonar foi inferior (49,5%) ao verificado no grupo sem hiperinsuflação pulmonar (69,10%), ou seja, o grupo com hiperinsuflação apresentou um grau de gravidade da obstrução das vias aéreas superior. Estes resultados estão de acordo com o estudo realizado por Kesten e Rebeck (1994), uma vez que estes autores verificaram a existência de uma correlação moderada negativa estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre o FEV<sub>1</sub> (%) e o RV ( $r = -0,55$ ) e uma correlação forte negativa

entre o FEV<sub>1</sub>% e a relação RV/TLC ( $r = -0,78$ ), o que significa que quanto maior o grau de gravidade da obstrução das vias aéreas maior a probabilidade de existir a presença de critérios de hiperinsuflação pulmonar. Os resultados de ambos os estudos sugerem que a limitação do fluxo aéreo contribui para o desenvolvimento de hiperinsuflação pulmonar em doentes com DPOC.

Nesta investigação constatou-se que o grupo com hiperinsuflação pulmonar apresentou valores de DLco e PaO<sub>2</sub> inferiores aos verificados no grupo sem hiperinsuflação pulmonar. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Demir et al. (2005), uma vez que estes autores constataram que doentes com DPOC e com predomínio da componente de enfisema apresentavam valores diminuídos de DLco. Desta forma, os autores concluíram que o valor da DLco tende a diminuir com o aumento/desenvolvimento da componente de enfisema da DPOC.

Porém, é imprescindível referir que os resultados do nosso estudo apontaram para que a DLco e PaO<sub>2</sub> diminuam com o decréscimo do FEV<sub>1</sub> (%). Assim sendo, uma vez que os indivíduos do grupo com hiperinsuflação pulmonar apresentaram uma média de FEV<sub>1</sub> (%) inferior à encontrada no grupo sem hiperinsuflação pulmonar, não é possível afirmar indubitavelmente que a diminuição estatisticamente significativa da DLco e da PaO<sub>2</sub> se deve à presença de critérios de hiperinsuflação pulmonar, ou a um FEV<sub>1</sub> (%) diminuído.

Através da análise de correlações, constatou-se a existência de correlações moderadas positivas estatisticamente significativas entre o FEV<sub>1</sub> (%), a DLco e a PaO<sub>2</sub> no grupo com hiperinsuflação pulmonar. No entanto, ao analisar-se a amostra tendo em consideração os grupos GOLD, não se verificou em nenhum grupo a presença de correlação com significado estatístico entre a PaO<sub>2</sub> e o FEV<sub>1</sub> (%). Todavia, no grupo com hiperinsuflação pulmonar essa associação adquiriu significado estatístico, o que revela que apenas em doentes com estes critérios se verifica uma diminuição da PaO<sub>2</sub> associada ao aumento do grau de gravidade da obstrução, ou seja, com a diminuição do FEV<sub>1</sub> (%). Um estudo realizado

por Saure et al. (2011), com o objetivo de avaliar os fatores preditores de hipoxemia respiratória em doentes com DPOC, demonstrou que a relação RV/TLC (critério de hiperinsuflação pulmonar) se encontrava associada ao desenvolvimento de hipoxemia.

Destaca-se como limitação da presente investigação a reduzida dimensão da amostra e a heterogeneidade da distribuição dos indivíduos pelos quatro grupos GOLD, aspeto este que pode ter condicionado os resultados obtidos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente estudo pode verificar-se a elevada importância das provas funcionais respiratórias no diagnóstico e seguimento de doentes com DPOC. Os resultados apresentados apontam para a necessidade de incluir outros parâmetros além do FEV<sub>1</sub>, no estudo funcional respiratório destes doentes. A DLco e a PaO<sub>2</sub> demonstraram ter um papel fundamental nesta patologia, uma vez que, através da comparação múltipla das médias das ordens, os seus valores diminuem com o aumento do grau de gravidade da obstrução. Contudo, ao realizar-se o teste de correlação de *Spearman*, e aplicando-o à amostra em questão, verificou-se a inexistência de uma correlação entre estas variáveis.

Este estudo também verificou que os indivíduos com hiperinsuflação pulmonar apresentam um maior grau de gravidade de obstrução das vias aéreas. Para além das diferenças no FEV<sub>1</sub> (%), foram também obtidas diferenças com significado estatístico entre os grupos com e sem hiperinsuflação, no que respeita à DLco e PaO<sub>2</sub>, o que aponta para que estes indivíduos, para além de diferirem em relação aos volumes pulmonares, tenham também características distintas no que se refere às trocas gasosas.

Os resultados desta investigação indicam que indivíduos com DPOC são um grupo heterogéneo e que a sua avaliação funcional respiratória deve incluir parâmetros que avaliem, para além do grau de gravidade da obstrução, a mecânica ventilatória e as trocas gasosas.



## REFERÊNCIAS

- Balcells, Antó, Gea, Gómez, Rodríguez, Marin, ... Garcia-Aymerich (2009). Characteristics of patients admitted for the first time for COPD exacerbation. *Respiratory Medicine*, 103(9), 1293-1302.
- Barbetta (2006). *Estatística aplicada às ciências sociais*. Florianópolis, Brasil: Editora UFSC.
- Camiciottoli, Chiostrì, Maluccio, Mariani, Checcacci, Lavorini, ... Pistolesi (s.d.). Defining the contribution of emphysema and chronic bronchitis in COPD patients. Disponível em: <http://www.ers-education.org/Media/Media.aspx?idMedia=24521>
- Cardoso (2004). Estudo da função pulmonar na asma e doença pulmonar obstrutiva crónica. In Couto e Ferreira (Eds.), *Estudo funcional respiratório* (pp. 163-178). Lisboa, Portugal: Lidel.
- Demir, Ikitimur, Tekgündüz, Mutlu, Yildirim, Akman, ... Kanmaz (2005). The relationship between pulmonary function tests, thorax HRCT, and quantitative ventilation-perfusion scintigraphy in chronic obstructive pulmonary disease. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 53(4), 347-353.
- Direção-Geral da Saúde (2007). Programa-tipo de atuação em cessação tabágica. Lisboa, Portugal: Direção-Geral da Saúde. Disponível em: <http://www.portaldasaude.pt/NR/ronlyres/BA6A0A9C-4487-44C3-B6B3-8AFAD60D92040/CN2628122007.pdf>
- Fard e Zarezadeh (2004). Relationship between FEV<sub>1</sub> and PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> in patients with chronic bronchitis. *Tanaffos*, 3(10), 41-46.
- Ferreira, Pina, Cruz, Figueiredo, Ferreira, Cabrita, De Sousa (2012). DPOC na população sob vigilância pela Rede Médicos Sentinela de 2007 a 2009. *Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar*, 28(4), 250-260.
- Fraga, Sousa, Santos, Mello, Lunet, Padrão, Barros (2005). Tabagismo em Portugal. *Arquivos de Medicina*, 19(5-6), 207-229.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease [GOLD] (2013). *Global Strategy for the diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Updated 2013)*. Disponível em: [http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD\\_Report\\_2013\\_Feb20.pdf](http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2013_Feb20.pdf)
- Kesten, Rebeck (1994). Is the short-term response to inhaled beta-adrenergic agonist sensitive or specific for distinguishing between asthma and COPD? *Chest*, 105(4), 1042-1045.
- Lopes e Jansen (2009). Provas funcionais e DPOC – o que se pode fazer e o que se faz na prática clínica. *Pulmão RJ*, 1(1), 45-51.
- Macintyre, Crapo, Viegi, Johnson, van der Grinten, Brusasco, ... Wanger (2005). Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung. *European Respiratory Journal*, 26(4), 720-735.
- Mikulcik (2012). Rapid analysis – Blood gases and more. Muenchen, Germany: Siemens Healthcare Diagnostics. Disponível em: [root/wcm/idc/siemens\\_hwem-hwem\\_ssxa\\_websites-context-root/wcm/idc/groups/public/@global/@lab/@poc/documents/download/mdaw/mzg5/~edisp/bg\\_book\\_web-00296482.pdf](http://root/wcm/idc/siemens_hwem-hwem_ssxa_websites-context-root/wcm/idc/groups/public/@global/@lab/@poc/documents/download/mdaw/mzg5/~edisp/bg_book_web-00296482.pdf)
- Miller, Crapo, Hankinson, Brusasco, Burgos, Casaburi, ... Wanger (2005). General considerations for lung function testing. *European Respiratory Journal*, 26(1), 153-161.
- Miller, Hankinson, Brusasco, Burgos, Casaburi, Coates, ... Wanger (2005). Standardisation of spirometry. *European Respiratory Journal*, 26(2), 319-338.
- Minas, Hatzoglou, Karetsi, Papaioannou, Tanou, Tsaroucha, ... Kosticas (2010). COPD prevalence and the differences between newly and previously diagnosed COPD patients in a spirometry program. *Primary Care Respiratory Journal*, 19(4), 363-370.
- Mohsenifar, Lee, Diaz, Criner, Sciruba, Ginsburg, Wise (2003). Single-breath diffusing capacity of the lung for carbon monoxide: A predictor of PaO<sub>2</sub>, maximum work rate, and walking distance in patients with emphysema. *Chest*, 123(5), 1394-1400.
- Monteiro, Neves, Marques, Lopes (2004). Hábitos tabágicos em estudantes universitários do Porto. *Arquivos de Medicina*, 18(3), 98-102.
- Pellegrino, Viegi, Brusasco, Crapo, Burgos, Casaburi, ... Wanger (2005). Interpretative strategies for lung function tests. *European Respiratory Journal*, 26(5), 948-968.
- Quanjer, Dalhuijsen, Zoramen (1983). Standardised lung function testing – Report of the working party for the European Community for Coal and Steel. *Bulletin Européen de Physiopathologie Respiratoire*, 19(supplement 5), 1-95.
- Rabe, Hurd, Anzueto, Barnes, Buist, Calverley, ... Zielinski (2007).

Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease - GOLD executive summary. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 176(6), 532–555.

Saure, Eagan, Jensen, Bakke, Aanerud, Thorsen, Hardie (2011). Predictors for developing hypoxic respiratory failure in COPD – A 3-year follow-up. Disponível em: [https://www.ersnetsecure.org/public/prg\\_congres.abstract?ww\\_i\\_presentation=52074](https://www.ersnetsecure.org/public/prg_congres.abstract?ww_i_presentation=52074)

Trigo e Báron (2005). Valoración funcional del paciente con EPOC. *Archivos de Bronconeumología*, 41(Suplemento 3): 18-23.

Wanger, Clausen, Coates, Pedersen, Brusasco, Burgos, ... Viegi (2005). Standardisation of the measurement of lung volumes. *European Respiratory Journal*, 26(3), 511-522.

**Tabela 1 – Caracterização da amostra de acordo com os grupos GOLD e com os critérios de hiperinsuflação pulmonar**

	<b>GOLD 1</b> (n=59)	<b>GOLD 2</b> (n=178)	<b>GOLD 3</b> (n=113)	<b>GOLD 4</b> (n=22)	<b>Sem Hiperinsuflação</b> (n=178)	<b>Com Hiperinsuflação</b> (n=194)
<b>Género n (%)</b>	M 41 (69,5) F 18 (30,5)	M 138 (77,5) F 40 (22,5)	M 100 (88,5) F 13 (11,5)	M 22 (100) F 0 (0)	M 146 (82) F 32 (18)	M 155 (79,9) F 39 (20,1)
<b>Idade (anos)</b>	67,6 ± 9,48	66,5 ± 9,87	65,0 ± 8,59	64,3 ± 8,49	68,0 ± 8,94	64,3 ± 9,43
<b>Altura (m)</b>	1,65 ± 0,10	1,66 ± 0,08	1,67 ± 0,08	1,68 ± 0,06	1,67 ± 0,08	1,66 ± 0,08
<b>Peso (kg)</b>	72,6 ± 13,3	75,3 ± 15,0	72,6 ± 14,5	64,3 ± 9,78	76,8 ± 14,4	70,3 ± 14,1
<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	24,4 ± 7,97	23,9 ± 9,53	23,6 ± 8,35	17,0 ± 9,86	25,5 ± 8,08	21,7 ± 9,60
Dados apresentados: média ± desvio-padrão BMI: índice de massa corporal; F: Feminino; M: Masculino; m: metros; n: número de doentes; kg: quilogramas; kg/m <sup>2</sup> : quilogramas por metro quadrado; %: percentagem						

**Tabela 2 – Caracterização funcional respiratória de acordo com grupos**

	<b>GOLD 1 (n=59)</b>	<b>GOLD 2 (n=178)</b>	<b>GOLD 3 (n=113)</b>	<b>GOLD 4 (n=22)</b>	<b>Sem Hiperinsuflação (n=178)</b>	<b>Com Hiperinsuflação (n=194)</b>
<b>FVC (%)</b>	116,3 ± 15,4	92,0 ± 12,3	77,0 ± 13,0	55,9 ± 14,9	95,6 ± 18,9	83,2 ± 19,4
<b>FEV<sub>1</sub> (%)</b>	89,5 ± 8,02	64,0 ± 8,28	41,4 ± 5,98	25,6 ± 3,33	69,1 ± 17,4	49,5 ± 16,1
<b>FEV<sub>1</sub>/FVC (%)</b>	61,2 ± 5,30	55,3 ± 7,79	43,3 ± 8,14	37,9 ± 9,5	56,5 ± 8,91	47,1 ± 10,0
<b>RV (%)</b>	109,0 ± 29,3	136,0 ± 32,5	164,3 ± 36,6	221,5 ± 47,1	111,1 ± 19,0	176,8 ± 34,5
<b>TLC (%)</b>	107,9 ± 14,4	106,1 ± 14,1	109,5 ± 16,0	117,1 ± 18,4	98,5 ± 10,3	116,8 ± 13,7
<b>RV/TLC (%)</b>	39,9 ± 8,96	49,3 ± 8,03	57,0 ± 7,11	70,4 ± 5,92	44,5 ± 8,32	57,8 ± 8,45
<b>FRC (%)</b>	110,5 ± 22,3	122,2 ± 25,2	141,9 ± 26,4	175,7 ± 32,2	106,6 ± 1,57	150,5 ± 24,3
<b>DLco (%)</b>	77,3 ± 19,7	71,2 ± 20,8	61,4 ± 22,8	42,4 ± 17,6	77,7 ± 23,9	65,7 ± 24,4
<b>PaO<sub>2</sub> (mmHg)</b>	78,7 ± 10,9	75,7 ± 9,01	70,3 ± 8,72	67,6 ± 8,7	75,6 ± 10,3	72,7 ± 9,19

Dados apresentados: média ± desvio-padrão

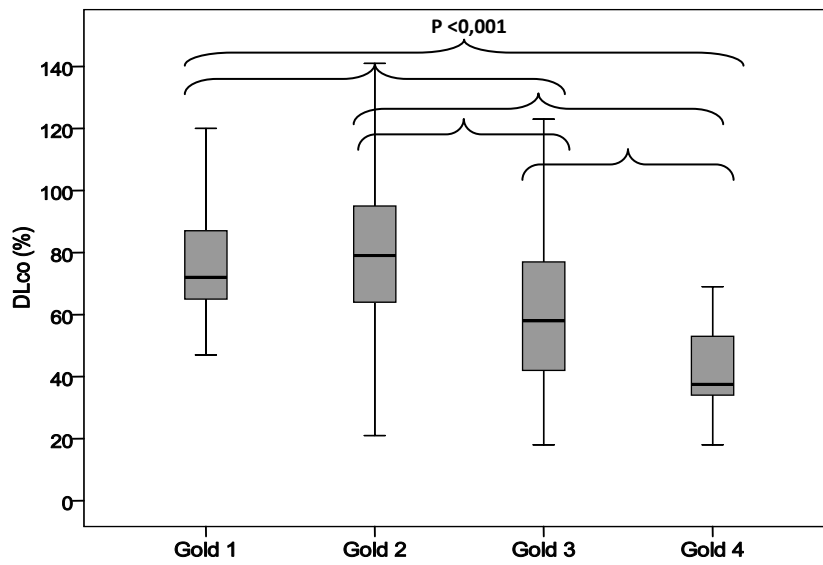
DLco :capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono; FRC: capacidade residual funcional; FEV<sub>1</sub>: volume expiratório máximo no primeiro segundo; PaO<sub>2</sub>: pressão parcial de oxigênio no sangue arterial; FEV<sub>1</sub>/FVC: relação entre o volume expiratório máximo no primeiro segundo e a capacidade vital forçada; L: litros; mL: mililitros RV: volume residual; RV/TLC: relação entre o volume residual e a capacidade pulmonar total; %:

**Tabela 3 – Análise de correlações de acordo com os grupos GOLD e com os critérios de hiperinsuflação pulmonar**

	<b>GOLD 1 (n=59)</b>	<b>GOLD 2 (n=178)</b>	<b>GOLD 3 (n=113)</b>	<b>GOLD 4 (n=22)</b>	<b>Sem Hiperinsuflação (n=178)</b>	<b>Com Hiperinsuflação (n=194)</b>
<b>FEV<sub>1</sub> (%)</b>						
<b>DLco (%)</b>	r <sub>s</sub> = 0,062 p= 0,639	r <sub>s</sub> = 0,195 p= 0,009	r <sub>s</sub> = 0,232 p= 0,014	r <sub>s</sub> = 0,043 p= 0,848	r <sub>s</sub> = 0,141 p= 0,06	r <sub>s</sub> = 0,492 * p ~ 0,000
<b>PaO<sub>2</sub> (mmHg)</b>	r <sub>s</sub> = 0,074 p= 0,577	r <sub>s</sub> = 0,130 p= 0,083	r <sub>s</sub> = 0,102 p= 0,281	r <sub>s</sub> = 0,049 p= 0,829	r <sub>s</sub> = 0,244 * p= 0,001	r <sub>s</sub> = 0,376 * p~ 0,000
<b>DLco (%)</b>						
<b>PaO<sub>2</sub> (mmHg)</b>	r <sub>s</sub> = 0,255 p= 0,051	r <sub>s</sub> = 0,268 * p~ 0,000	r <sub>s</sub> = 0,367 * p~ 0,000	r <sub>s</sub> = 0,275 p= 0,216	r <sub>s</sub> = 0,304 * p~ 0,000	r <sub>s</sub> = 0,442 * p~ 0,000

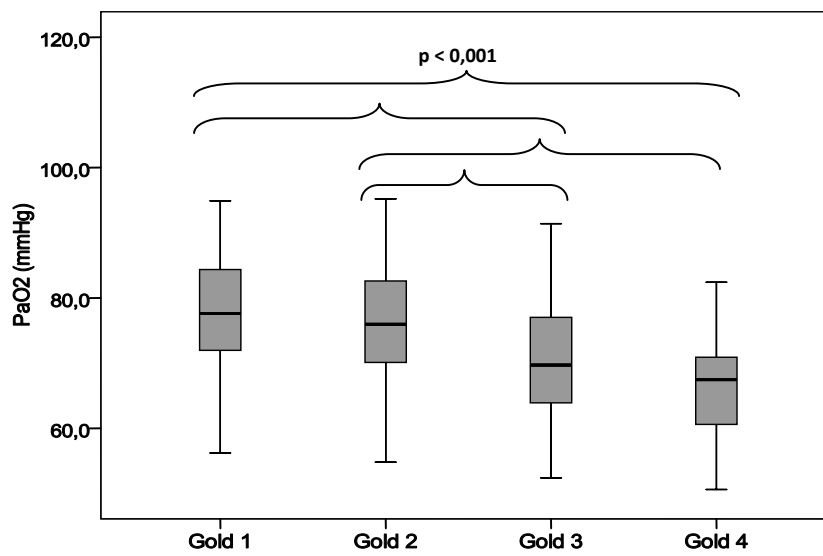
DLco: capacidade de transferência alvéolo-capilar do monóxido de carbono; FEV<sub>1</sub>: volume expiratório máximo no primeiro segundo; PaO<sub>2</sub>: pressão parcial de oxigênio no sangue arterial; %: percentagem; mm/Hg: milímetros de mercúrio  
r<sub>s</sub>- Coeficiente de correlação de Spearman  
\* Correlação com significado estatístico

**Figura 1 – Análise da DLco de acordo com os grupos GOLD**



**Figura 1 - GOLD 1/2 (p = 0,398). GOLD 1/3 (p ~ 0,000). GOLD 1/4 (p ~ 0,000). GOLD 2/3 (p ~ 0,000). GOLD 2/4 (p ~ 0,000). GOLD 3/4 (p = 0,001)**

**Figura 2 – Análise da PaO2 de acordo com os grupos GOLD**



**Figura 2 - GOLD 1/2 (p = 0,110). GOLD 1/3 (p ~ 0,000). GOLD 1/4 (p ~ 0,000). GOLD 2/3 (p ~ 0,000). GOLD 2/4 (p ~ 0,000). GOLD 3/4 (p = 0,188)**

Figura 3 – Análise da DLco de acordo com os critérios de hiperinsuflação

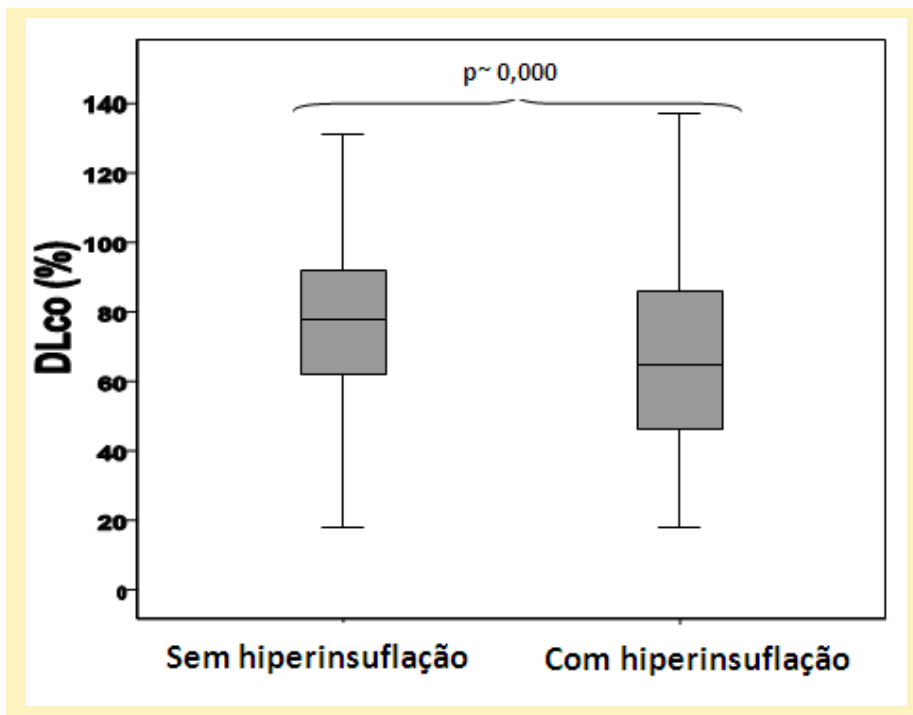


Figura 4 – Análise da PaO<sub>2</sub> de acordo com os critérios de hiperinsuflação

