

---

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA / PEDIATRIA E SAÚDE DA  
CRIANÇA

**Correlação entre Tomografia  
Computadorizada de Alta Resolução e Provas  
de Função Pulmonar em Lactentes com  
Bronquiolite Obliterante Pós-Infeciosa**

Maurício Barreira Marques

Dissertação de Mestrado apresentada à  
Faculdade de Medicina da PUCRS para  
obtenção de título de Mestre em  
Medicina, concentração em Pediatria

Orientador: Marcus Herbert Jones

Porto Alegre, agosto 2006

---

**M357b Marques, Maurício Barreira**

Correlação entre tomografia computadorizada de alta resolução e provas de função pulmonar em lactentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa / Maurício Barreira Marques; orient. Marcus Herbert Jones. Porto Alegre: PUCRS, 2006.  
93f.: il. graf. tab.

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós- Graduação em Medicina/Pediatria e Saúde da Criança.

1. BRONQUIOLITE OBLITERANTE. 2. TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR RAIOS X. 3. TESTES DE FUNÇÃO RESPIRATÓRIA. 4. FLUXO EXPIRATÓRIO MÁXIMO. 5. BRONQUIECTASIA. 6. LACTENTE. 7. ESTUDOS TRANSVERSAIS. I. Jones, Marcus Herbert. II. Título.

C.D.D. 618.9223  
C.D.U. 616.233-053.3(043.3)  
N.L.M. WF 546

**Maurício Barreira Marques**

Endereço: R. Castro Alves, 915/804 – Porto Alegre – RS

Fone: (51) 35331395 / (51) 9933 4278

e-mail: [mauriciobmarques@yahoo.com.br](mailto:mauriciobmarques@yahoo.com.br)

CRM: 23534

Órgão financiador: CNPQ

Conflito de interesses: nenhum

---

*“Nenhum conhecimento a priori nos é possível além daquele,  
unicamente, dos objetos de uma experiência possível.”*

*Kant (Crítica da razão pura)*

---

*Ao meu querido pai, Dr. Wilson Vieira Marques, pelo amor e  
dedicação à Medicina, exemplos que me norteiam.*

---

## AGRADECIMENTOS

- a toda minha família, pelo suporte imprescindível às minhas conquistas;
  - aos colegas médicos do CDI-PUCRS, em especial aos Dr. J. Rubião Hoefel Filho, Dr. José Francisco Vieira, Dra. Juliana do Prado Oliveira, Dr. Juliano Adams Pérez e Dr. Gustavo Poletto
  - ao Dr. Marcus Herbert Jones pelo incentivo e orientação durante todo o curso;
  - ao colega e amigo Dr. Fernando Anschau pelo apoio logístico;
  - ao CNPq pela bolsa de pesquisa;
  - a todos os pacientes que participaram do estudo.
-

---

## SUMÁRIO

<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>x</b>
<b>Lista de quadros e tabelas .....</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de siglas .....</b>	<b>xiii</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>xv</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>xvi</b>

## CAPÍTULO I

### REFERENCIAL TEÓRICO

<b>Introdução .....</b>	<b>2</b>
<b>1 Bronquiolite Obliterante.....</b>	<b>2</b>
1.1 Definição .....	2
1.2 Epidemiologia .....	4
1.3 Etiologia .....	5
1.4 Histologia .....	5
1.5 Diagnóstico .....	6
1.5.1 Radiografia de tórax.....	7
1.5.2 Cintilografia pulmonar .....	8
1.5.3 Broncografia.....	9
1.5.4 Biópsia pulmonar .....	9
1.5.5 Função Pulmonar .....	10
1.5.6 Tomografia Computadorizada .....	11
<b>2 Tomografia Computadorizada nas doenças de via aérea .....</b>	<b>11</b>
2.1 Bronquiectasias .....	12

---

---

2.2 Bronquielectasias, nódulos centrolobulares e opacidades “árvore em brotamento” .....	16
2.3 Perfusão em mosaico / alçaponamento aéreo expiratório .....	16
<b>3 Tomografia Computadorizada em bronquiolite obliterante .....</b>	<b>20</b>
<b>4 Tomografia Computadorizada e Função Pulmonar .....</b>	<b>22</b>
<b>5 Escores tomográficos em doenças da via aérea.....</b>	<b>24</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>27</b>
<b>7 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>34</b>
<b>8HIPÓTESE .....</b>	<b>35</b>
<b>9OBJETIVOS .....</b>	<b>36</b>

## CAPÍTULO II

<b>10 Métodos.....</b>	<b>38</b>
10.1 Delineamento .....	38
10.2 Local.....	38
10.3 Pacientes.....	39
10.3.1 Critérios de inclusão.....	39
10.3.2 Critérios de exclusão .....	39
10.4 Logística .....	40
10.4.1 Tomografia Computadorizada .....	40
10.4.2 Função Pulmonar .....	41
10.5 Coleta de dados .....	42
10.6 Variáveis em estudo .....	43
10.6.1 Variáveis da Tomografia Computadorizada .....	43
10.6.2 Variáveis de Função Pulmonar .....	47
10.6.3 Variáveis demográficas.....	48
10.7 Cálculo amostral .....	49
10.8 Análise estatística.....	49
10.9. Questões éticas.....	50
11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

---

**CAPÍTULO III**

Introdução .....	54
Métodos .....	57
Resultados .....	60
Discussão .....	69
Referências Bibliográficas .....	81

**CAPÍTULO IV**

<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>86</b>
------------------------	-----------

**CAPÍTULO V**

<b>PERSPECTIVAS.....</b>	<b>89</b>
--------------------------	-----------

**ANEXOS**

<b>ANEXOS.....</b>	<b>90</b>
--------------------	-----------

**APÊNDICE**

<b>APÊNDICE .....</b>	<b>i</b>
-----------------------	----------

---

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1-</b> Bronquiectasias cilíndricas.....	15
<b>Figura 2-</b> Espessamento de paredes brônquicas.....	15
<b>Figura 3-</b> Cortes tomográficos em inspiração (ao alto) e expiração (acima), mostrando perfusão em mosaico e alçaponamento aéreo expiratório.....	19
<b>Figura 4-</b> Desenho esquemático das MEFVE .....	42

### CAPÍTULO II

<b>Figura 1-</b> Desenho esquemático das MEFVE .....	42
--	----

### CAPÍTULO III

<b>Figura 1-</b> Correlação alçaponamento X Z-FEF 50% .....	61
<b>Figura 2-</b> Correlação alçaponamento X Z-FEF 75% .....	62
<b>Figura 3-</b> Correlação alçaponamento X Z-FEF 85% .....	62
<b>Figura 4-</b> Correlação alçaponamento X Z-FEF 25-75% .....	63
<b>Figura 5-</b> Correlação escore alçaponamento X Z-VEF 0,5.....	63
<b>Figura 6-</b> Correlação bronquiectasia X Z-FEF 50% .....	64

---

- Figura 7-** Corte realizado em expiração demonstrando alçaponamento aéreo (setas) e atelectasias segmentares nos lobos inferiores (círculos)..... 67
- Figura 8-** Bronquiectasias e brônquios de paredes espessas (seta), "árvore em brotamento" (círculo) e atelectasia lobar (seta larga)..... 67
-

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

### Capítulo I

<b>Quadro 1-</b> Achados de BO na TCAR .....	22
--	----

### Capítulo III

<b>Tabela 1-</b> Modelo de regressão linear para cálculo de função pulmonar .....	65
---	----

<b>Tabela 2-</b> Frequência dos achados de TCAR .....	65
---	----

---

**LISTA DE SIGLAS**

<b><math>\beta</math></b>	beta
<b>BO</b>	bronquiolite obliterante
<b>cm</b>	centímetros
<b>CO<sub>2</sub></b>	gás carbônico
<b>CVF</b>	capacidade vital forçada
<b>DP</b>	desvio padrão
<b>FEF 25-75%</b>	fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da CVF
<b>FEF 50%</b>	fluxo expiratório forçado a 50% da CVF
<b>FEF 75%</b>	fluxo expiratório forçado a 75% da CVF
<b>FEF 85%</b>	fluxo expiratório forçado a 85% da CVF
<b>FEM 25%</b>	fluxo expiratório máximo a 25% da CVF
<b>FEM 50%</b>	fluxo expiratório máximo a 50% da CVF
<b>HSL</b>	Hospital São Lucas
<b>H<sub>2</sub>O</b>	água
<b>IC</b>	intervalo de confiança
<b>kg</b>	quilograma
<b>kV</b>	quilovolt
<b>mA</b>	miliampere
<b>MEFVE</b>	manobras expiratórias forçadas a partir de volumes elevados
<b>mg</b>	miligrama
<b>mm</b>	milímetros

---

<b>n<sup>o</sup></b>	número
<b><i>rho</i> (<math>\rho</math>)</b>	coeficiente de correlação de <i>Spearman</i>
<b>r<sup>2</sup></b>	coeficiente de determinação
<b>RR</b>	risco relativo
<b>s</b>	segundos
<b><math>\Sigma</math></b>	soma
<b>UH</b>	unidades Housfield
<b>TCAR</b>	tomografia computadorizada de alta resolução
<b>VEF<sub>1</sub></b>	volume expiratório forçado em 1 segundo
<b>VEF 0,5</b>	volume expiratório forçado em 0,5 segundo
<b>VEF 0,75</b>	volume expiratório forçado em 0,75 segundo

---

## RESUMO

**Objetivos:** Avaliar a correlação das alterações de bronquiolite obliterante (BO) à tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) e manobras expiratórias forçadas a partir de volumes elevados (MEFVE) em lactentes; prever os parâmetros de função pulmonar através de escores tomográficos para alçapamento aéreo expiratório e para bronquiectasias; caracterizar os achados tomográficos presentes nesta população.

**Métodos:** Dezoito pacientes com BO, vinculados à nossa instituição, realizaram um total de 20 exames de TCAR e MEFVE. Estabeleceram-se escores tomográficos para quantificação de alçapamento aéreo expiratório (0-3) e para bronquiectasias (0-3), correlacionados com os parâmetros de função pulmonar CVF, FEF 50%, FEF 75%, FEF 85%, FEF 25-75% e VEF 0,5s.

**Resultados:** O escore de alçapamento apresentou correlação inversa, moderada a forte, com os parâmetros FEF 50% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,023$ ), FEF 75% ( $\rho = -0,54$ ;  $p = 0,014$ ), FEF 85% ( $\rho = -0,55$ ;  $p = 0,011$ ), FEF 25-75% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,026$ ) e VEF 0,5s ( $\rho = -0,48$ ;  $p = 0,025$ ). O escore de bronquiectasia correlacionou-se apenas com FEF 50% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,025$ ). Através da regressão linear simples foi possível estabelecer modelos matemáticos para prever os parâmetros de FEF 50%, FEF 75%, FEF 85% e FEF 25-75%, partindo do escore de alçapamento aéreo. Os achados tomográficos mais freqüentes foram alçapamento aéreo, bronquiectasias, atelectasias subsegmentares, nódulos centrolobulares, espessamento de paredes brônquicas, opacidades em “árvore em brotamento” e atelectasias segmentares.

**Conclusões:** Há correlação inversa, forte a moderada, entre o escore de alçapamento aéreo e os parâmetros de fluxos e volume das MEFVE em lactentes com BO. O escore de alçapamento pode ser utilizado para estimar os valores dos parâmetros FEF 50%, FEF 75%, FEF 85% e FEF 25-75% da função pulmonar, quando esta não for disponível para avaliação de lactentes. Os achados tomográficos encontrados em nosso estudo revelam padrão típico de doença de pequenas vias aéreas.

**Descritores:** Bronquiolite obliterante, Função pulmonar, Tomografia.

---

## ABSTRACT

**Purposes:** To evaluate the correlation between high-resolution computed tomography (HRCT) findings of bronchiolitis obliterans (BO) and pulmonary function testing in infants; predict the function test results from HRCT scores of air-trapping and bronchiectasis; characterize the HRCT alterations of BO.

**Methods:** Twenty HRCT examinations and pulmonary function testing were performed in 18 BO patients. HRCT scores of air-trapping (graded 0-3) and bronchiectasis (graded 0-3) were correlated with FVC, FEF 50%, FEF 75%, FEF 85%, FEF 25-75% and FEV 0,5.

**Results:** There was a good to moderate correlation between air-trapping score and FEF 50% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,023$ ), FEF 75% ( $\rho = -0,54$ ;  $p = 0,014$ ), FEF 85% ( $\rho = -0,55$ ;  $p = 0,011$ ), FEF 25-75% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,026$ ) e VEF 0,5s ( $\rho = -0,48$ ;  $p = 0,025$ ). The bronchiectasis score was only correlated with FEF 50% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,025$ ). Using simple linear regression analysis we could predict the pulmonary function parameters of FEF 50%, FEF 75%, FEF 85% e FEF 25-75%, from air-trapping score. HRCT findings were air-trapping, bronchiectasis, subsegmentar atelectasis, centrilobular nodules, bronchial wall thickening, “tree-in-bud” opacities and segmentar atelectasis.

**Conclusions:** There is a good to moderate correlation between the severity of air trapping at HRCT and pulmonary function in BO infants. The air-trapping score system may be used to predict FEF 50%, FEF 75%, FEF 85% e FEF 25-75%, when pulmonary function testing is not available or cannot be performed. A characteristic pattern of small airways disease was found in our study.

**Key words:** Bronchiolitis obliterans, Respiratory function tests, Tomography.

---

---

## **CAPÍTULO I**

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

---

## **INTRODUÇÃO**

As doenças respiratórias são uma das principais causas de morbidade e mortalidade no mundo<sup>1</sup>. Dentre elas, assume papel significativo a bronquiolite obliterante (BO), especialmente em nosso meio. As provas de função pulmonar e a tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR) desempenham importante papel no diagnóstico e acompanhamento desta doença. Para melhor compreender as potenciais associações entre estes métodos, antes se faz necessário abordar os mecanismos envolvidos nesta enfermidade.

### **1 Bronquiolite Obliterante**

#### ***1.1 Definição***

O termo bronquiolite engloba diferentes entidades que em comum possuem o comprometimento das vias aéreas de pequeno calibre, conseqüente de lesão ao epitélio

---

das vias aéreas, com excessivo processo de regeneração. A classificação clínica desta entidade é baseada na sua etiologia, enquanto a classificação histopatológica apresenta basicamente dois grandes grupos: bronquiolite obstrutiva e bronquiolite constrictiva<sup>2</sup>

A bronquiolite pós-infecciosa, foco do nosso estudo, enquadra-se nas bronquiolites constrictivas e é mais freqüentemente encontrada na faixa pediátrica<sup>2</sup>. Caracteriza-se, essencialmente, pela gravidade da obstrução respiratória e ausência de resposta aos tratamentos usualmente empregados, ao contrário do que ocorre em quadros mais benignos e autolimitados, que se seguem à bronquiolite viral aguda<sup>3</sup>. Os avanços em terapia intensiva recentes permitiram que muitas crianças afetadas por infecções respiratórias virais graves sobrevivessem, evoluindo, entretanto, com seqüelas ventilatórias persistentes e graves. Nestas crianças, achados clínicos como sibilância, taquipnéia, dispnéia e tosse persistente são mantidos por semanas ou mesmo meses após a agressão inicial, com pioras devido a exacerbações por infecções virais, resultando em supuração, atelectasia e pneumonias<sup>4, 5, 6, 7</sup>.

A doença apresenta um curso variável, dependendo do grau de agressão inicial. Nos casos extremos, a evolução pode ser completamente desfavorável, com perda acelerada da função pulmonar, hipoxemia e retenção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), levando, inclusive, à hipertensão pulmonar e *cor pulmonale*. Entretanto, a maioria dos pacientes apresenta quadros leves e moderados, constituindo, deste modo, um prognóstico geral bom, com baixa mortalidade<sup>3</sup>.

---

## **1.2 Epidemiologia**

Há escassez de dados epidemiológicos disponíveis sobre a bronquiolite pós-infecciosa. Os dados existentes na literatura descrevem apenas relatos de casos e séries de casos<sup>8, 9, 10</sup>, como Zhang e colaboradores, publicando uma série clínica de 31 crianças brasileiras com BO diagnosticadas num período de oito anos<sup>11</sup>. Kim e colaboradores revisaram os aspectos clínicos, etiológicos, diagnósticos, terapêuticos e prognósticos também em 31 crianças na Coreia do Sul e Estados Unidos<sup>12</sup>. Chuang e colaboradores reportaram nove crianças seguidas no período de um ano em Taiwan que desenvolveram BO após quadro inicial documentado de infecção por adenovírus<sup>13</sup>. Wilczynski e colaboradores descreveram, na Polônia, uma série de casos de 141 pacientes que desenvolveram BO de uma população 524 com infecção viral comprovada<sup>14</sup>.

A despeito da existência de dados mais substanciais, aparentemente a BO apresenta prevalência maior na região sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Chile, constituindo uma das principais causas de bronquiolite aguda severa e doença pulmonar obstrutiva crônica da infância nessas regiões, em populações abaixo de dois anos de idade<sup>3, 15</sup>.

Especula-se que a demanda gerada por atendimentos ambulatoriais e hospitalares nestas localidades seja semelhante ao que é observado em portadores de fibrose cística<sup>3</sup>.

---

### **1.3 Etiologia**

Existem várias causas descritas para a BO em crianças, abrangendo desde inalação de substâncias tóxicas, síndromes aspirativas, transplante pulmonar e de medula óssea, síndrome de Stevens-Johnson e doenças da imunidade até a BO pós-infecciosa propriamente dita, desenvolvida após infecção viral (bronquiolite viral aguda). Nos países em desenvolvimento, a BO pós-infecciosa corresponde à causa mais comumente encontrada. Os principais agentes infecciosos responsáveis pela BO são os vírus da influenza, parainfluenza, sarampo, adenovírus e vírus sincicial respiratório, bem como o *Mycoplasma pneumoniae*<sup>6, 12, 16, 17, 18</sup>.

O adenovírus está associado aos casos mais graves, embora fatores como genótipo viral, resposta imunológica, carga viral, predisposição genética e influências do meio ambiente também possam estar associados à gravidade da doença, tanto na sua fase aguda quanto nas suas seqüelas<sup>19</sup>.

Na América do Sul, a genotipagem das cepas de adenovírus mostrou que o genótipo 7h, uma nova variante deste vírus, era o agente infeccioso na maioria dos casos graves e fatais<sup>20, 21</sup>.

### **1.4 Histologia**

A alteração histológica característica da BO é o de bronquiolite constrictiva, a qual consiste essencialmente na fibrose peribronquiolar<sup>3, 22</sup>.

---

As lesões comprometem as pequenas vias aéreas, com envolvimento discreto do parênquima pulmonar<sup>3</sup>. Após a lesão da mucosa brônquica, ocorre preenchimento luminal por tecido fibroso, acarretando obstrução parcial ou completa de bronquíolos terminais. Na seqüência, há deposição de colágeno na submucosa, levando ao estreitamento concêntrico progressivo e à distorção da luz brônquica, estase de muco e inflamação crônica<sup>15,23</sup>. Também existem relatos de comprometimento das vias aéreas proximais, com formação de bronquiectasias<sup>24</sup>.

Estudo efetuado por Mauad e colaboradores no Brasil em 2002, com histologia obtida de biópsia pulmonar a céu aberto, lobectomias e autópsias, numa população de 37 pacientes, demonstrou que os achados de BO variaram desde mínima inflamação bronquiolar até completa obliteração dos bronquíolos e brônquios por tecido fibrótico. Sinais indiretos de obstrução, como acúmulo de macrófagos, bronquiectasias, estase de muco e hiperinsuflação também foram identificados.

### ***1.5 Diagnóstico***

O diagnóstico de BO após infecção viral está baseado na história pregressa de uma infecção respiratória de vias aéreas inferiores, geralmente uma bronquiolite viral aguda, seguida de doença pulmonar obstrutiva crônica persistente. A expressão clínica se faz sob a forma de tosse, sibilância, crepitações e hipoxemia, que perduram além do período normal observado em uma infecção viral aguda. Crianças maiores podem apresentar intolerância a exercícios físicos e baqueteamento digital. A persistência dos

---

sintomas obstrutivos associados à falta de resposta aos tratamentos empregados, tais como corticóide sistêmico em altas doses e uso contínuo de broncodilatadores orais e/ou inalados, também são marcadores clínicos da doença.<sup>3</sup>

Os diversos métodos diagnósticos auxiliares têm papel importante na identificação, caracterização e graduação da BO, em especial a tomografia computadorizada de alta resolução, e serão abordados com mais detalhe a seguir.

A proposta de diagnóstico de BO baseia-se nos seguintes critérios: (a) evento infeccioso inicial; (b) persistência de sintomas clínicos obstrutivos; (c) tomografia computadorizada de alta resolução com achados característicos e; (d) exclusão de afecções pulmonares, como fibrose cística, aspiração de corpo estranho, malformações congênitas e imunodeficiências<sup>5, 7, 16, 25, 26, 27</sup>.

### **1.5.1 Radiografia de tórax**

As manifestações radiológicas de BO foram descritas por Gosink e colaboradores<sup>28</sup> e revistas por McLoud<sup>29</sup>.

A radiografia de tórax na BO geralmente é normal. Em alguns pacientes podem ser vistas hiperinsuflação leve, discreta atenuação das imagens vasculares periféricas<sup>30</sup> ou infiltrado perivascular e evidência de dilatação das vias aéreas centrais<sup>31, 32, 33, 34</sup>.

Também foram descritos achados como aumento da transparência pulmonar e atelectasias lobares, segmentares e subsegmentares<sup>5, 35</sup>.

---

Embora a radiografia seja um exame solicitado freqüentemente na avaliação de pacientes com BO, sua inferioridade diagnóstica já foi bem demonstrada frente a outros métodos, como estudo em que caracterizou como normal cerca de um terço dos pacientes com esta patologia, enquanto a tomografia computadorizada encontrou alteração em 90%<sup>36</sup>.

Entretanto, sua utilidade ainda se justifica por ser método inicial de avaliação e triagem, amplamente difundido, de baixo custo e com doses relativamente baixas de exposição à radiação ionizante<sup>37</sup>.

### **1.5.2 Cintilografia pulmonar**

A técnica de cintilografia pulmonar consiste basicamente na combinação de administração de macroagregados radioativos por via inalatória e intravenosa. A cintilografia pulmonar perfusional e ventilatória mostra a imagem típica de defeito emparelhado, que consiste em defeito perfusional com aeração preservada, muitas vezes presentes nessa doença. As áreas com baixa perfusão correspondem a regiões do parênquima pulmonar com vasoconstrição hipóxica<sup>4, 6, 16, 37</sup>.

Nas crianças menores, devido à dificuldade técnica para realizar a fase ventilatória com qualidade técnica satisfatória, pode-se fazer somente a parte perfusional, identificando os defeitos perfusionais. A análise nestas circunstâncias pode

---

ser realizada em conjunto com a radiografia de tórax que, por sua vez, mostra as alterações relacionadas a hiperinsuflação e atelectasias<sup>37</sup>.

### **1.5.3 Broncografia**

A técnica consiste de opacificação das vias aéreas inferiores por meio de contraste radiológico, através de punção cricotireoidéia, instilação nasal ou oral por cateter ou sob intubação traqueal com anestesia geral ou local<sup>38</sup>.

A broncografia, utilizada até recentemente como método de detecção de bronquiectasias, não é mais empregada na avaliação de pacientes com BO, devido à invasividade e pela disponibilidade de outras ferramentas diagnósticas de melhor qualidade como a tomografia computadorizada<sup>3</sup>.

### **1.5.4 Biópsia pulmonar**

O diagnóstico definitivo de BO é realizado através de biópsia pulmonar a céu aberto, onde são identificados os aspectos histológicos já descritos associados a inflamação, granulação e fibrose concêntrica das pequenas vias aéreas, com obstrução luminal parcial ou completa.<sup>3</sup>

---

Entretanto, a biópsia pulmonar nem sempre confirma o diagnóstico, uma vez que devido a heterogeneidade da distribuição das lesões pulmonares, o material obtido por meio de biópsia pode eventualmente conter alterações histopatológicas leves, que podem passar despercebidas.<sup>4, 23, 39</sup>

Embora o estudo histológico seja a comprovação definitiva, muitos autores recomendam que o diagnóstico possa ser feito pela presença de sinais e sintomas clínicos de BO associados a alterações específicas na tomografia computadorizada com uma boa margem de segurança.<sup>4, 6, 355</sup>

### **1.5.5 Função Pulmonar**

Os pacientes com BO apresentam estudos funcionais pulmonares com acentuada redução dos fluxos expiratórios quase que invariavelmente. O padrão constritivo da BO se manifesta por obstrução fixa e mínima resposta à administração de corticóides<sup>40</sup>.

As manobras expiratórias forçadas apresentam marcada concavidade e redução de fluxos expiratórios, em particular os fluxos telexpiratórios<sup>3</sup>.

A redução da capacidade vital relacionada a padrão restritivo ocorre em poucos pacientes e é provavelmente secundária ao aprisionamento de ar<sup>3</sup>. Nos estudos em que medidas de volume pulmonar foram realizadas, a maioria dos pacientes apresentava capacidade pulmonar total normal<sup>4, 122, 27</sup>.

---

### **1.5.6 Tomografia Computadorizada**

A TCAR vem revolucionando a compreensão das doenças que comprometem a via aérea. A TCAR não apenas permite a visualização direta e não invasiva das alterações estruturais que envolvem tanto os grandes brônquios quanto aqueles de tamanho médio, mas também possibilita a avaliação da fisiologia das vias aéreas.<sup>41, 42</sup> Além disso, também é possível a identificação direta e indireta de achados que indicam doença das pequenas vias aéreas<sup>43</sup>. Sua utilização na BO tem sido importante para a confirmação diagnóstica, ajudando, inclusive, na substituição da biópsia pulmonar. Os achados típicos de doença de via aérea e BO serão abordados com maior detalhamento nos tópicos seguintes.

## **2 Tomografia Computadorizada nas doenças de via aérea**

A abordagem inicial ao interpretar-se um estudo tomográfico de tórax passa pelo reconhecimento do padrão básico de comprometimento estrutural. As primeiras inferências diagnósticas dependem, por exemplo, da identificação de uma lesão como sendo de predomínio intersticial ou de via aérea. Para tanto, os achados em TCAR que sugerem afecção de vias aéreas residem na observação de: a) bronquiectasias; b) bronchiolectasias; c) perfusão em mosaico / alçaponamento aéreo expiratório.

---

## **2.1 Bronquiectasias**

Define-se bronquiectasia como dilatação localizada e irreversível da árvore brônquica<sup>44</sup>. Está associada a uma gama etiológica, sendo as causas mais frequentes as decorrentes de processo infeccioso agudo, crônico ou recorrente, tanto bacterianos (em especial os necrotizantes), granulomatosos, fúngicos como virais. São determinantes de bronquiectasias, ainda, anormalidades genéticas (fibrose cística, deficiência de alfa-1-antitripsina, síndrome dos cílios discinéticos) ou adquiridas (rejeição crônica pós transplante).

A identificação de bronquiectasias pela TCAR ocorre através de sinais diretos e indiretos<sup>45</sup>. Os diretos incluem dilatação brônquica, perda do afilamento brônquico normal e identificação de vias aéreas em regiões pulmonares periféricas. Os indiretos correspondem a irregularidades e espessamento de paredes brônquicas, traqueomegalia, aumento da artéria brônquica e enfisema.

O achado mais taxativo de bronquiectasia, a dilatação brônquica, é reconhecida através da comparação da via aérea com a o ramo da artéria pulmonar adjacente, ou em outras palavras, pelo aumento na relação broncoarterial. Na maioria dos casos, a bronquiectasia é considerada presente quando a relação broncoarterial é maior que um, achado este cuja acurácia já foi extensamente validada na literatura<sup>46</sup>. O aumento nesta relação reflete não somente a dilatação do brônquio, mas também a redução de calibre do ramo vascular, conseqüente à redução da perfusão pulmonar nas regiões comprometidas<sup>47</sup>. Tal associação tem sido denominada de **sinal do anel de sinete** e

---

permite, inclusive, a diferenciação entre bronquiectasia e outras lesões pulmonares císticas. Embora de extrema utilidade para o diagnóstico, vale lembrar que a relação broncoarterial aumentada não é exclusividade de bronquiectasias, também sendo identificada em pacientes asmáticos, em pacientes que vivem em grandes altitudes e até em casos normais,<sup>48</sup> (figura 1).

Outro sinal direto diagnóstico de bronquiectasia por tomografia computadorizada relaciona-se a perda do afilamento brônquico. Em indivíduos normais, há redução de calibre gradativo das vias aéreas após as suas ramificações, fato não verificado em pacientes com bronquiectasias. Considera-se perda do afilamento brônquico quando são identificadas paredes brônquicas paralelas por mais de 2 cm após o último ponto de ramificação

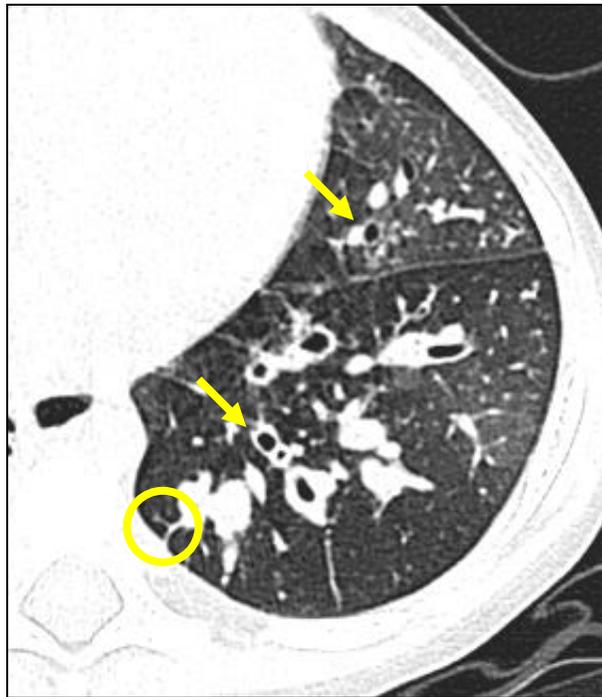
A visualização de vias aéreas periféricas é mais um achado de bronquiectasia<sup>49</sup>. As menores vias aéreas normalmente identificadas à TCAR têm diâmetro aproximado de 2 mm e espessura de parede de 0,2 a 0,3 mm<sup>50</sup>. Assim, em condições normais, não são observadas a menos de 2 cm da superfície pleural, uma vez que suas paredes são muito finas. Ao contrário, a fibrose peribrônquica, o espessamento e a dilatação das paredes permitem que as vias aéreas sejam percebidas mesmo na periferia pulmonar.

Entre os achados indiretos, cabe ressaltar o espessamento de paredes brônquicas (figura 2) que, embora seja inespecífico, está freqüentemente associado em pacientes com bronquiectasias. Não existe definição universalmente aceita para quantificar o espessamento parietal, sendo os critérios diagnósticos geralmente subjetivos na prática

clínica. Entretanto, considera-se que brônquios ou bronquíolos com menos de 5 mm de diâmetro devem ter parede mensurando de um sexto a um décimo de seu diâmetro.

As bronquiectasias podem ser classificadas, de acordo com a gravidade da dilatação, em cilíndricas, varicosas e císticas. As bronquiectasias cilíndricas ou leves são caracterizadas por apresentar um calibre aumentado e relativamente uniforme, com paredes grosseiramente paralelas que, quando vistas em orientação horizontal no plano de corte tomográfico, assemelham-se a “ramificações em trilho de trem”. As varicosas são diagnosticadas pelo aspecto de “contas de rosário”, representando um espectro mais grave, porém menos freqüente. Já nas bronquiectasias císticas, as vias aéreas envolvidas têm aparência sacular, podendo estender-se até a superfície pleural. Vale lembrar que embora a diferenciação entre estes três tipos seja útil no diagnóstico clínico e se correlacione com a gravidade das anormalidades anatômicas, maior importância reside na determinação da extensão e da distribuição das vias aéreas comprometidas, especialmente quando o tratamento cirúrgico for considerado como opção<sup>51</sup>.

---



**Figura 1** - Bronquiectasias cilíndricas (setas), observar relação broncoarterial  $> 1$  e opacidades em “árvore em brotamento” (círculo).



**Figura 2** - Espessamento de paredes brônquicas (setas).

## ***2.2 Bronquiolectasias, nódulos centrolobulares e opacidades “árvore em brotamento”***

Como referido anteriormente, bronquíolos com dimensões inferiores a 1 mm em diâmetro e cujas paredes são inferiores a 0,1 mm de espessura não podem ser visualizados à TCAR, uma vez que estão abaixo da sua resolução espacial. Todavia, a inflamação destes bronquíolos lobulares determina espessamento mural, infiltração peribronquiolar por células inflamatórias e/ou preenchimento destas pequenas vias aéreas dilatadas por tecido de granulação, pus ou muco<sup>52</sup>. Tais alterações são representadas na TCAR sob a forma de pequenos nódulos centrolobulares, quando cursam perpendicularmente ao plano de corte tomográfico, ou sob a forma de opacidades lineares que se ramificam quando estão paralelas ao plano de corte. Estes achados constituem, em conjunto, o que se convencionou denominar de padrão de “árvore em brotamento” (figura 1), por sua vez geralmente indicativo de doença inflamatória em atividade de pequenas vias aéreas, tanto aguda ou mais indolente.

## ***2.3 Perfusão em mosaico / alçaponamento aéreo expiratório***

Uma das manifestações cardinais de comprometimento das pequenas vias aéreas à tomografia computadorizada é o padrão de atenuação em “mosaico”.

Esta alteração consiste em áreas heterogêneas, intercalando regiões de hipo e hiperatenuação no parênquima pulmonar, determinado por uma série de causas, mas que sempre reflete patologia. O padrão de atenuação em mosaico pode ser conseqüente a

---

opacidades em “vidro fosco” (que por sua vez representam alteração alveolar e/ou intersticial) ou ser produto de obstrução vascular ou, finalmente, decorrer de doença de via aérea.

Uma vez identificado o padrão de perfusão em mosaico na TCAR, o próximo passo no raciocínio diagnóstico deve ser determinar qual dos seus componentes representa o processo patológico. Se a área de hiperatenuação é considerada a anormal, então o padrão em mosaico decorre de opacidade em “vidro fosco”, com suas respectivas etiologias (dano alveolar ou intersticial). Mas se a região hipoatenuante é a patológica, a probabilidade que o substrato acometendo os pulmões seja decorrente de doença obstrutiva vascular ou de pequena via aérea é maior.

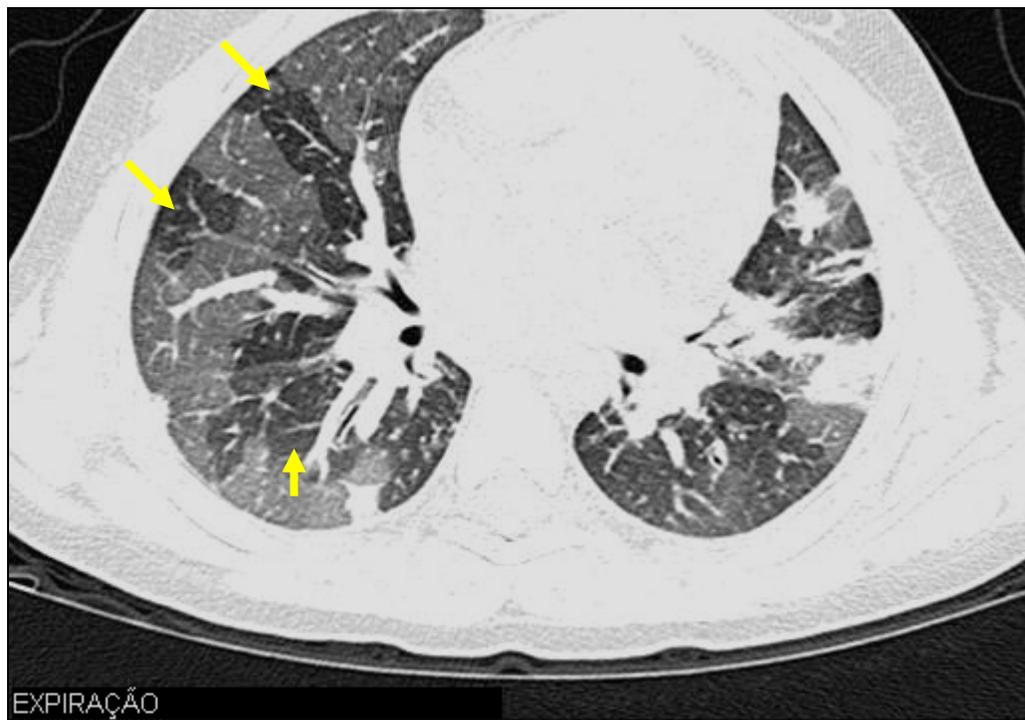
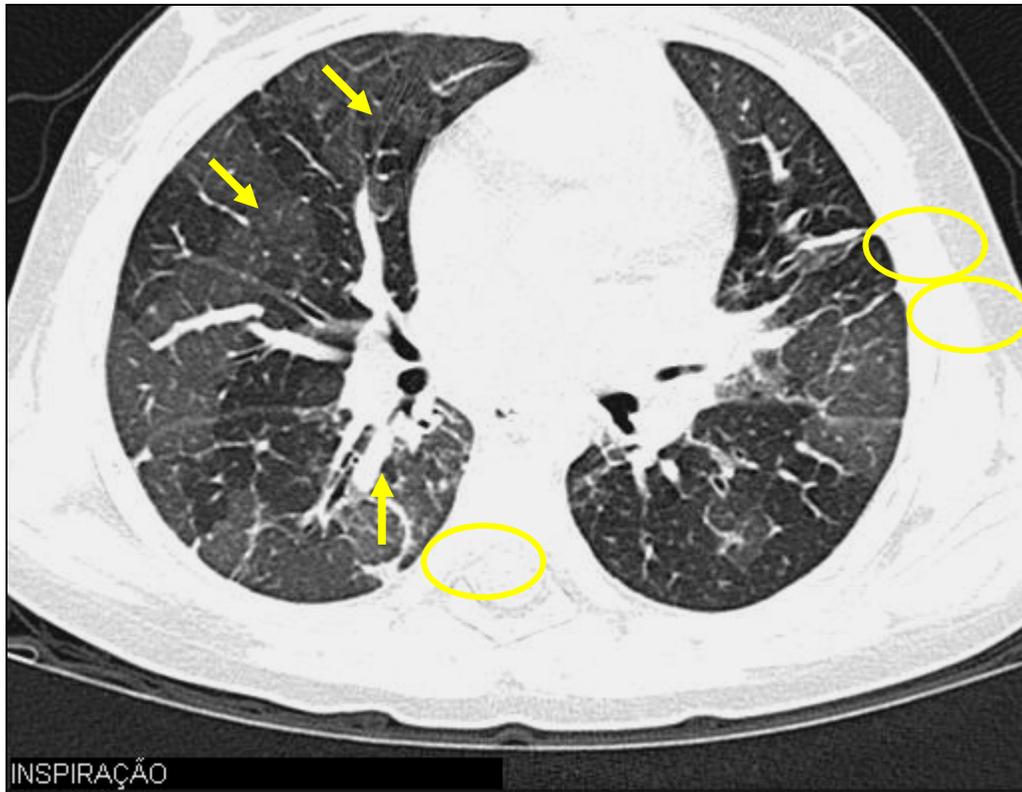
Ajuda nesta diferenciação, a avaliação do calibre dos vasos nos cortes tomográficos realizados em inspiração. Quando o calibre vascular tem distribuição uniforme no parênquima pulmonar, entende-se que as alterações em mosaico não são resultado de redistribuição de perfusão sangüínea, estando relacionadas, portanto, a processo inflamatório sobreposto. Neste caso, o componente de hiperatenuação (“vidro fosco”) é patológico. De maneira oposta, se as áreas de hipoatenuação apresentam vasos com calibre reduzido, a patologia de base do paciente é resultado de redistribuição vascular para segmentos pulmonares normalmente perfundidos e/ou ventilados. Já para a distinção entre doença obstrutiva vascular ou de pequenas vias aéreas no padrão de perfusão em mosaico, são utilizados sinais secundários. A concomitância de bronquiolectasias e opacidades em “árvore em brotamento” em áreas hipoatenuantes fazem a balança pender para o comprometimento das vias aéreas. Além destas particularidades, a obtenção de cortes tomográficos em expiração confere ainda mais

---

---

sensibilidade ao diagnóstico, uma vez que durante a expiração, em indivíduos normais, ocorre o colapso dos alvéolos pulmonares, o que, por sua vez, determina o aumento da atenuação do parênquima. Em pacientes com anormalidades constrictivas das pequenas vias aéreas, durante a expiração, ocorre alçaponamento aéreo, fazendo com que o padrão em mosaico persista inalterado tanto nas aquisições realizadas em ins quanto em expiração (figura 3). Desta forma, a ausência de alçaponamento aéreo expiratório sugere que áreas hipoatenuantes sejam consequência de anormalidades primariamente arteriais, como hipertensão arterial pulmonar ou embolia, por exemplo, enquanto que sua identificação representa doenças como bronquiolite obliterante, asma e enfisema.<sup>52</sup>

---



**Figura 3-** Cortes tomográficos em inspiração (ao alto) e expiração (acima), mostrando perfusão em mosaico e alçapamento aéreo expiratório (setas). Atelectasias subsegmentares também são identificadas (círculos).

### **3 Tomografia Computadorizada em bronquiolite obliterante**

Atualmente, o método diagnóstico que melhor descreve as alterações pulmonares associadas a BO é a tomografia computadorizada de alta resolução, constituindo, inclusive, critérios diagnósticos que, associados a sinais e sintomas típicos, substituem outros exames de imagem e a própria biópsia pulmonar na prática clínica rotineira<sup>53,54</sup>.

Como referido previamente, o substrato anátomo-patológico associado à BO manifesta-se através da infiltração dos bronquíolos terminais por linfócitos, histiócitos e plasmócitos e conseqüente fibrose e redução de calibre destes, provocando, entre outras alterações, alçaponamento aéreo. À medida que o número de pequenas vias aéreas comprometidas aumenta, tais achados começam a tornar-se evidentes aos métodos de imagem.

Os achados de BO à TCAR são aqueles que representam em última análise as doenças de via aérea, tais como padrão de atenuação em mosaico, com redução de calibre vascular nas regiões hipoatenuantes, alçaponamento aéreo expiratório (figura 3) e presença de bronquiectasias<sup>52, 54, 55, 56</sup> (figura 1). Observam-se, ainda, espessamento de paredes brônquicas (figura 2), bronquiolectasias, opacidades do tipo “árvore em brotamento” (figura 1), bem como atelectasias lobares, segmentares e subsegmentares<sup>3,34</sup> (figura 3).

Zhang e colaboradores realizaram um estudo prospectivo que visava definir os achados tomográficos em 31 pacientes pediátricos com bronquiolite pós-infecciosa.

---

Demonstrou-se que as alterações mais freqüentemente encontradas foram espessamento de paredes brônquicas (100%), bronquiectasias (85%, classificadas como moderadas ou graves em 30%) e aprisionamento aéreo expiratório (82%). Atelectasias lobares, segmentares ou subsegmentares também foram achados comumente encontrados (70%). Este estudo revelou ainda, que a TCAR apresentou maior sensibilidade que a radiografia de tórax. O espessamento de paredes brônquicas foi identificado em todos os casos em ambos os métodos, mas o alçapamento aéreo foi visto em apenas 59% ao raio X, nos casos em que a TCAR foi positiva, enquanto as bronquiectasias foram detectadas em apenas 35%.

Lynch e colaboradores documentaram achados de BO pós-infecciosa em TCAR em seis crianças. Nesta série, o alçapamento aéreo expiratório foi o achado mais marcante, seguido por bronquiectasias.

Vale ressaltar ainda, que o aprisionamento aéreo em expiração pode ser o único achado anormal à TCAR em pacientes com BO<sup>57</sup>, sendo usualmente de distribuição não uniforme<sup>58</sup>.

A sensibilidade e a especificidade do sinal de perfusão em mosaico com aprisionamento aéreo expiratório em pacientes com bronquiolite de padrão constritivo dependem do contexto clínico em que é visto. Em pacientes com BO após transplante de pulmão, a sensibilidade reportada em uma série foi de 80% e especificidade de 94%<sup>59</sup>. A inclusão de achados como dilatação e espessamento de paredes brônquicas aumentam a especificidade e, em menor grau, a sensibilidade para esta entidade<sup>60</sup>.

---

Merece destaque ainda a síndrome de Swyer-James, que constitui uma variante da BO pós-infecciosa. Geralmente produto de infecção viral em lactentes ou precocemente na infância, resultando, em última análise, em um pulmão hipoperfundido. Os achados à TCAR são o comprometimento de um único pulmão, com aumento da sua transparência e apresentando volume normal ou reduzido, bronquiectasias e alçaponamento aéreo expiratório.

Os achados de BO na TCAR são sumarizados no quadro abaixo:

#### **Quadro 1- Achados de BO na TCAR**

---

Perfusão em mosaico  
Bronquiectasias  
Aprisionamento aéreo à expiração  
Áreas de consolidação  
Opacidades em "árvore em brotamento"  
Nódulos centrolobulares

---

## **4 Tomografia Computadorizada e Função Pulmonar**

A TCAR tem revolucionado a capacidade de diagnosticar as doenças de via aérea, como descrito até aqui. As informações fornecidas permitem não só a confirmação da suspeita clínica, mas também determinar a extensão do comprometimento.

Os achados na TCAR muitas vezes são a primeira indicação de presença de doença das pequenas vias aéreas. Um grande número de pequenas vias aéreas pode ser

---

lesado antes que medidas convencionais de função pulmonar, em particular medidas da resistência das vias aéreas, se alterem. Entretanto, neste estágio, a TCAR já pode ser diagnóstica, evidenciando, essencialmente, perfusão em mosaico e aprisionamento aéreo expiratório.

Esforços têm sido efetuados para quantificar os achados tomográficos, além de correlacioná-los com variáveis clínicas e com provas de função pulmonar.

Como documentado por Lynch e colaboradores<sup>61</sup>, em um estudo com 261 pacientes com bronquiectasias sintomáticas, houve correlação significativa entre a gravidade e a extensão das bronquiectasias com o volume expiratório forçado em um segundo (VEF<sub>1</sub>) e a capacidade vital forçada (CVF).

Bhalla e colaboradores<sup>62</sup> utilizaram nove variáveis separadas na graduação de bronquiectasias, correlacionando-as com função pulmonar em pacientes portadores de fibrose cística, concluindo que a TCAR é um valioso meio para avaliação objetiva da gravidade e extensão da dilatação brônquica.

Smith e colaboradores<sup>63</sup> encontraram correlações entre a extensão das bronquiectasias e a dispnéia e o VEF<sub>1</sub>.

Shah e colaboradores<sup>64</sup>, investigando pacientes com fibrose cística, descreveram que a graduação da gravidade da doença pela TCAR em pacientes sintomáticos e assintomáticos correlacionou-se com a CVF e o VEF<sub>1</sub>, enquanto a gravidade das bronquiectasias correlacionou-se com a CVF e o VEF<sub>1</sub>. Nos pacientes sintomáticos, uma melhora na graduação pela TCAR correlacionou-se com alterações na VEF<sub>1</sub>/CVF ( $r = 0,39$ ;  $p = 0,049$ ).

---

A extensão e a gravidade das bronquiectasias e a gravidade do espessamento da parede brônquica correlacionaram-se fortemente com a gravidade da obstrução do fluxo aéreo, como evidenciado no estudo de Roberts e colaboradores<sup>65</sup>. Neste estudo, a gravidade da dilatação brônquica foi associada negativamente com a obstrução do fluxo aéreo.

A correlação entre alçapamento aéreo expiratório e função pulmonar em doenças da via aérea também foi testado. A extensão das áreas com ar aprisionado na expiração identificada por TCAR correlacionou-se fortemente com a gravidade da obstrução do fluxo aéreo, sendo a relação mais próxima vista com o VEF<sub>1</sub> reduzido.

A significância funcional das áreas de alçapamento aéreo expiratório em pacientes com bronquiectasias foi demonstrada em 55 pacientes que efetuaram provas de função pulmonar e TCAR, estando a extensão das alterações na atenuação expiratória inversamente relacionadas com as medidas de obstrução VEF<sub>1</sub> e CVF<sup>66</sup>.

## **5 Escores tomográficos em doenças da via aérea**

O papel da TCAR no diagnóstico e na documentação da extensão e gravidade das doenças de via aérea e, em especial, na bronquiolite obliterante, já foi extensamente validado.

Embora a estimativa visual dos achados que caracterizam as patologias que comprometem a via aérea seja usada largamente, fica claro que se faz necessária uma

---

forma mais acurada de avaliar a doença, o que invariavelmente depende de algum grau de quantificação.

Com este objetivo, Bhalla e colaboradores utilizaram um sistema de escore para graduação de bronquiectasias em pacientes com fibrose cística, classificando-as de zero a três se ausentes, com diâmetro luminal ligeiramente maior que o do vaso acompanhante, com duas a três vezes o diâmetro do vaso ou maior que três vezes, respectivamente. Este método demonstrou correlação estatisticamente significativa com a relação  $VEF_1/CVF$ , embora não tenha repetido este desempenho quando estas últimas variáveis foram consideradas isoladamente.

Siegel e colaboradores avaliaram pacientes com bronquiolite obliterante após transplante de pulmão, estabelecendo um sistema de graduação de alçaponamento aéreo expiratório, variando de zero a quatro, onde as áreas hipoatenuantes, tanto na ins quanto na expiração, poderiam estar ausentes, comprometendo de 1-25% da região estudada, 26-50%, 51-75% e 76-100%, respectivamente. Tal classificação teve correlação forte com provas de função pulmonar quando considerada apenas a aquisição realizada em expiração<sup>67</sup>.

Os escores para alçaponamento aéreo também foram estudados por Lee e colaboradores em pacientes com desenvolvimento precoce de bronquiolite obliterante após transplante pulmonar<sup>68</sup>. Usando uma classificação semelhante ao trabalho original de Siegel, determinaram que o aprisionamento aéreo com escores igual a três ou maior apresenta sensibilidade de 74%, especificidade de 67% e acurácia de 71%, considerando

---

biópsia pulmonar como padrão-ouro no diagnóstico de bronquiolite precoce após transplante.

Hansell e colaboradores estudaram retrospectivamente 15 pacientes de 15 a 76 anos com bronquiolite obliterativa de diversas causas, estabelecendo escores para alçapamento aéreo, bem como para graduar a extensão e gravidade de bronquiectasias. Demonstraram que as áreas de pulmão aprisionado na expiração, caracterizadas como percentual sobre as áreas de pulmão normal, foram as que tiveram maior correlação com as provas de função pulmonar, em detrimento dos escores de bronquiectasia.

---

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Von Mutius E. Paediatric origins of adult lung disease. *Thorax* 2001; 56: 153-7.
  2. Rubin AS, Palombini BC, Miorin MC. Doenças Intersticiais. In: Correa LC. *Conduas em Pneumologia*. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p541-2.
  3. Teper A, Fischer GB, Jones MH. Seqüelas respiratórias de doenças virais: do diagnóstico ao tratamento. *J Pediatr* 2002; 78 (Supl.2): S187-94.
  4. Hardy KA, Schidlow DV, Zaeri N. Obliterative bronchiolitis in children. *Chest*. 1988 Mar;93(3):460-6.
  5. Zhang L, Irion K, Kozakewich H, Reid L, Camargo JJ, da Silva Porto N, Abreu e Silva FA. Clinical course of postinfectious bronchiolitis obliterans. *Pediatr Pulmonol*. 2000 May;29(5):341-50.
  6. Hardy KA. Obliterative Bronchiolitis. In: Hilman BC, editor. *Pediatric Respiratory Disease: diagnosis and treatment*. Philadelphia: Saunders; 1993.p.218-21.
  7. Fischer GB, Mocelin HT. Bronquiolite obliterante – seqüelas de bronquiolite. In: Rozov T, editor. *Doenças Pulmonares em Pediatria. Diagnóstico e Tratamento*. São Paulo: Atheneu; 1999. p.199-204.
  8. Hardy KA, Schidlow DV, Zaeri N. Obliterative bronchiolitis in children. *Chest* 1988; 93:460-6.
  9. Laraya-Cuasay LR, DeForest A, Huff D, et al. Chronic pulmonary complications of early influenza vírus infection in children. *Am Rev Respir Dis* 1977; 116:617-25.
  10. Stokes D, Sigler A, Khouri NF, et al. Unilateral hyperlucent lung (Swyer-James syndrome) after severe *Mycoplasma pneumoniae* infection. *Am Rev Respir Dis* 1978; 117:145-52.
-

11. Zhang L, Irion K, Kozakewich H, Reid L, Camargo JJ, Porto NS, Abreu e Silva F. Clinical course of postinfectious bronchiolitis obliterans. *Pediatr Pulmonol* 2000; 29: 341-50.
  12. Kim CK, Kim SW, Kim JS, Koh YY, Cohen AH, Deterding RR, White CW. Bronchiolitis obliterans in the 1990s in Korea and the United States. *Chest*. 2001 Oct;120(4):1101-6.
  13. Chuang YY, Chiu CH, Wong KS, Huang JG, Huang YC, Chang LY, Lin TY. Severe adenovirus infection in children. *J Microbiol Immunol Infect*. 2003 Mar;36(1):37-40.
  14. Wilczynski J, Jankowski M, Torbicka E, Roszkowska-Sliz L, Kurkiewicz E. The role of respiratory tract viruses in the etiology of obstructive bronchitis in infants. *Med Dosw Mikrobiol*. 1990;42(3-4):131-7.
  15. Mauad T, Dolhnikoff M. Histology of childhood bronchiolitis obliterans. *Pediatr Pulmonol* 2002; 33:466-74.
  16. Ferkol TW, Davis PB. Bronchiectasis and Bronchiolitis Obliterans. In: Taussig L, editor. *Pediatric Respiratory Medicine*. Saint Louis: Mosby; 1999.p.784-92.
  17. Chan PW, Muridan R, Debruyne JA. Bronchiolitis obliterans in children: clinical profile and diagnosis. *Respirology*. 2000 Dec;5(4):369-75.
  18. Sly PD, Soto-Quiros ME, Landau LI, Hudson I, Newton-John H. Factors predisposing to abnormal pulmonary function after adenovirus type 7 pneumonia. *Arch Dis Child*. 1984 Oct;59(10):935-9.
  19. Wenman WM, Pagtakhan RD, Reed MH, Chernick V, Albritton W. Adenovirus bronchiolitis in Manitoba: epidemiologic, clinical, and radiologic features. *Chest*. 1982 May;81(5):605-9.
  20. Kajon AE, Larranaga C, Suarez M, Wadell G, Avendano LF. Genome type analysis of Chilean adenovirus strains isolated in a children's hospital between 1988 and 1990. *J Med Virol*. 1994 Jan;42(1):16-21.
-

21. Larranaga C, Kajon A, Villagra E, Avendano LF. Adenovirus surveillance on children hospitalized for acute lower respiratory infections in Chile (1988-1996). *J Med Virol*. 2000 Mar;60(3):342-6
  22. Myers JL, Colby TV. Pathologic manifestations of bronchiolitis, constrictive bronchiolitis, cryptogenic organizing pneumonia and diffuse panbronchiolitis. *Clin Chest Med* 1993; 14:611-22.
  23. Colby TV. Bronchiolitis. Pathologic considerations. *Am J Clin Pathol*. 1998 Jan;109(1):101-9.
  24. Becroft DMO. Bronchiolitis obliterans, bronchiectasis, and other sequelae of adenovirus type 21 infection in young children. *J Clin Pathol* 1971; 24:72-82.
  25. Teper AM, Kofman CD, Maffey AF, Vidaurreta SM. Lung function in infants with chronic pulmonary disease after severe adenoviral illness. *J Pediatr*. 1999 Jun;134(6):730-3.
  26. Jones MH, Delfim ML, Kallfelz ML, Vitola L, Pitrez PMC, Stein R. Pulmonary Function In Infants With Post-Infectious Bronchiolitis Obliterans. In: *ATS International Conference 2002; 2002; Atlanta, USA; 2002.pA673*.
  27. Colom AJ, Maffey AF, Navarra F, Teper A. Pulmonary function in children with Post-Viral Chronic Pulmonary Disease (PCPD). In: *ATS International Conference 2002; 2002; Atlanta; 2002. p. A159*.
  28. Gosink BB, Friedman PJ, Liebow AA. Bronchiolitis obliterans: roentgenographic-pathologic correlation. *AJR Am J Roentgenol* 1973; 117: 816-32.
  29. MCLoud TC, Epler GR, Colby TV, et al. Bronchiolitis obliterans. *Radiology* 1986; 159:1-8.
  30. Breatnach E, Kerr I. The radiology of cryptogenic obliterative bronchiolitis. *Clin Radiol* 1982; 33: 657-61.
-

31. Müller NL, Miller RR. Diseases of the bronchioles: CT and histopathologic findings. *Radiology* 1995; 196: 3-12.
  32. Skeens JL, Fuhrman CR, Yousem SA. Bronchiolitis obliterans in heart-lung transplantation patients: radiologic findings in 11 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1989; 153: 253-6.
  33. Morrish WF, Herman SJ, Weisbrod GL, et al. Bronchiolitis obliterans after lung transplantation: findings at chest radiography and high-resolution CT. *Radiology* 1991; 179: 487-90.
  34. Lentz D, Bergin CJ, Berry GJ, et al. Diagnosis of bronchiolitis obliterans in heart-lung transplantation patients: importance of bronchial dilatation on CT. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 159: 463-7.
  35. Chang AB, Masel JP, Masters B. Post-infectious bronchiolitis obliterans: clinical, radiological and pulmonary function sequelae. *Pediatr Radiol*. 1998 Jan;28(1):23-9.
  36. Sweatman MC, Millar AB, Strickland B, et al. Computed tomography in adult obliterative bronchiolitis. *Clin Radiol* 1990; 41: 116-9.
  37. Zhang L, Abreu e Silva FA. Bronquiolite Viral Aguda – Bronquiolopatia Pós-Viral. In: Correa LC, ed. *Conduas em Pneumologia*. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p951-4.
  38. Murfitt J, Davies ER, Whitehouse RW, et al. The normal chest: methods of investigation and differential diagnosis. In: Sutton D, ed. *Textbook of radiology and imaging*. London, UK, Livingstone C, 1998. p342.
  39. Schlesinger C, Meyer CA, Veeraraghavam S, Koss MN. Constrictive (obliterative) bronchiolitis: diagnosis, etiology, and a critical review of the literature. *Ann Diagn Pathol* 1998; 2 (5): 321-34.
-

40. Myers JL, Colby TV. Pathologic manifestation of bronchiolitis, constrictive bronchiolites, cryptogenic organizing pneumonia, and diffuse panbronchiolitis. *Clin Chest Med* 1993; 14 (4): 611-22.
  41. Grenier P, Cordeau MP, Beigelman C. High-resolution computed tomography of the airways. *J Thorac Imag* 1993; 8: 213-29.
  42. Stern EJ, Webb WR, Gamsu G. Dynamic quantitative computed tomography: a predictor of pulmonary in obstructive lung diseases. *Invest Radiol* 1994; 29: 564-9.
  43. Essadki O, Grenier P. Bronchiolitis: computed tomography findings. *J Radiol* 1999; 80: 17-24.
  44. Webb RN, Müller NL, Naidich D. Doenças das vias aéreas. In: Webb RN, Müller NL, Naidich D. ed. *TC de alta resolução do pulmão*. Philadelphia: Lippicott WW; 2001. p 445-516.
  45. Naidich DP, McCauley DI, Khouri NF, et al. Computed tomography of bronchiectasis. *J Comput Assist Tomogr* 1982; 6:437-44.
  46. Young K, Aspestrand F, Kolbenstvedt A. High resolution CT and bronchography in the assessment of bronchiectasis. *Acta Radiol* 1991; 32: 439-41.
  47. Kim JS, Müller NL, Park CS et al. Bronchoarterial ratio on thin section CT: comparison between high altitude and sea level. *J Comput Assist Tomogr* 1997; 21: 306-11.
  48. Ward S Heyneman L, Lee MJ et al. Accuracy of CT in the diagnosis of allergic bronchopulmonary aspergillosis in asthmatic patients. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 173: 937-42.
  49. Kim JS, Müller NL, Park CS et al. Cylindric bronchiectasis: diagnostic findings on thin-section CT. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 168: 751-4.
  50. Murata K, Itoh H, Todo G et al. Centrilobular lesions of the lung: demonstration by high-resolution CT and pathologic correlation. *Radiology* 1986; 161: 641-5.
-

51. Reiff DB, Wells AU, Carr DH, et al. CT findings in bronchiectasis: limited value in distinguishing between idiopathic and specific types. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 165: 261-7.
  52. Sharma V, Shaaban AM, Berges G, et al. The radiological spectrum of small-airway diseases. *Seminars in Ultrasound, CT, and MRI* 2002; 23: 339-51.
  53. Lynch DA, Brasch RC, Hardy KA, Webb WR. Pediatric pulmonary disease: assessment with high-resolution ultrafast CT. *Radiology*. 1990 Jul;176(1):243-8.
  54. Zhang L, Irion K, da Silva Porto N, Abreu e Silva F. High-resolution computed tomography in pediatric patients with postinfectious bronchiolitis obliterans. *J Thorac Imaging*. 1999 Apr;14(2):85-9.
  55. Eber CD, Stark P, Bertozzi P. Bronchiolitis obliterans on high-resolution CT: a pattern of mosaic oligemia. *J Comput Assist Tomogr* 1993; 17: 853-6.
  56. Sargent MA, Cairns RA, Murdoch MJ et al. Obstructive lung disease in children after allogenic bone marrow transplantation: evaluation with high-resolution CT. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 164: 693-6.
  57. Arakawa H, Webb WR. Air trapping on expiratory high-resolution CT scans in the absence of inspiratory scan abnormalities: correlation with pulmonary function tests and differential diagnosis. *AJR Am J Roentgen* 1998; 170: 1349-53.
  58. Hansell DM. HRCT-pathologic correlations in small airways diseases. *Eur Radiol* 1999; 9 (2): 89-105.
  59. Worthy SA, Müller NL, Hartman TE, et al. Mosaic attenuation pattern on thin-section CT scans of the lung: differentiation among infiltrative lung, airway, and vascular diseases as a cause. *Radiology* 1997; 205: 465-70.
  60. Hansell MD, Rubens MB, Padley SP, Wells AU. Obliterative bronchiolitis: individual CT signs of small airways disease and functional correlation. *Radiology* 1997; 203: 721-6.
-

61. Lynch DA, Newell J, Hale V, et al. Correlation of CT findings with clinical evaluations in 261 patients with symptomatic bronchiectasis. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 173: 53-8.
  62. Bhalla M, Turcios N, Aponte V. Cystic fibrosis: scoring system with thin-section CT. *Radiology* 1991; 179: 783-8.
  63. Smith IE, Jurriaans E, Diederich S, et al. Chronic sputum production: correlations between clinical features and findings on high-resolution computed tomography scanning of the chest. *Thorax* 1996; 51: 914-8.
  64. Shah RM, Sexauer W, Ostrum BJ, et al. High -resolution CT in the acute exacerbation of cystic fibrosis: evaluation of acute findings, reversibility of those findings, and clinical correlation. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 169: 375-80.
  65. Roberts HR, Wells AU, Milne DG, et al. Airflow obstruction in bronchiectasis: correlation between computed tomography features and pulmonary function tests. *Thorax* 2000; 55: 198-204.
  66. Hansell DM, Wells AU, Rubens MB, et al. Bronchiectasis: functional significance of áreas of decreased attenuation at expiratory CT. *Radiology* 1994; 193: 369-74.
  67. Siegel MJ, Bhalla S, Gutierrez, et al. Post-lung transplantation bronchiolitis obliterans syndrome: usefulness of expiratory thin-section CT for diagnosis. *Radiology* 2001; 220: 455-62.
  68. Lee ES, Gotway MB, Reddy GP, et al. Early bronchiolitis obliterans following lung transplantation: accuracy of expiratory thin-section CT for diagnosis. *Radiology* 2000; 216: 472-7.
-

## 7 JUSTIFICATIVA

O papel da tomografia computadorizada na avaliação das doenças de via aérea e, em especial na bronquiolite obliterante pós-infecciosa, já está bem estabelecido. Os achados desta patologia são bem evidenciados pela TCAR, constituindo, inclusive, critérios diagnósticos e de severidade da doença.

A TCAR também tem encontrado solo fértil na quantificação objetiva dos achados nas doenças das vias aéreas em seu amplo espectro, inclusive com resultados promissores quando comparada com testes de função pulmonar, embora não se tenha ainda consenso e uniformidade nos métodos de mensuração.

Entretanto, o método resente de técnicas práticas e de fácil aplicabilidade para a quantificação das alterações que acometem o pulmão na bronquiolite obliterante, essencialmente na faixa etária pediátrica.

Nesta população, e em particular nos lactentes, a avaliação da função pulmonar através da espirometria fica impossibilitada pela dificuldade de cooperação dos pacientes, sendo necessária a utilização de testes específicos, como a realização de provas expiratória forçadas, infelizmente restrita a poucos locais de atendimento de saúde, principalmente os situados em grandes centros e instituições de ensino e pesquisa, ao contrário da tomografia computadorizada, de ampla disponibilidade.

---

Neste contexto, os autores acham pertinente avaliar a utilidade de técnicas de quantificação à TCAR dos achados de bronquiolite obliterante na faixa etária pediátrica, correlacionando-as com parâmetros das provas de função pulmonar, propondo métodos simples de avaliar anatômica e funcionalmente as vias aéreas destes pacientes.

## **8 HIPÓTESE**

Os autores postulam que, a exemplo do já demonstrado em outras patologias, a tomografia computadorizada de alta resolução apresenta correlação diagnóstica com provas de função pulmonar em lactentes com bronquiolite obliterante.

---

## **9 OBJETIVOS**

A) Avaliar a correlação das alterações da bronquiolite obliterante à TCAR com provas de função pulmonar em lactentes portadores desta doença.

B) Na existência de correlação, verificar se estas alterações tomográficas podem predizer os achados obtidos com função pulmonar.

C) Identificar quais os achados tomográficos de doença de via aérea presentes na população em estudo e sua incidência.

---

---

## **CAPÍTULO II**

### **MÉTODOS**

---

## **10 MÉTODOS**

### ***10.1 Delineamento***

Estudo observacional, transversal, retrospectivo.

### ***10.2 Local***

Unidade de Internação Pediátrica do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (HSL – PUCRS), ambulatório de Pneumologia Pediátrica do HSL – PUCRS e Centro de Diagnóstico por Imagem (CDI) do HSL – PUCRS.

---

### **10.3 Pacientes**

#### **10.3.1 Critérios de inclusão**

Foram incluídos na pesquisa os lactentes que apresentavam os seguintes critérios:

- Diagnóstico clínico de bronquiolite obliterante, efetuado por médicos pneumologistas pediátricos, manifesto por quadro permanente e progressivo de obstrução de via aérea, com antecedentes de pneumonia viral grave, diagnosticado por equipe clínica pediátrica assistente na unidade de internação hospitalar ou em atendimento ambulatorial.

- Realização de testes de função pulmonar (provas expiratórias forçadas) no Serviço de Pneumologia Pediátrica do HSL da PUCRS, com alterações características de distúrbio obstrutivo grave.

- Realização de exames radiológicos de tomografia computadorizada de alta resolução do tórax.

#### **10.3.2 Critérios de exclusão**

---

Pacientes com quaisquer outras patologias obstrutivas crônicas que não bronquiolite obliterante, tais como asma e fibrose cística, ou aspiração de corpo estranho, malformações congênicas e imunodeficiências.

#### ***10.4 Logística***

##### **10.4.1 Tomografia Computadorizada**

Os exames de tomografia computadorizada de alta resolução foram realizados com os pacientes submetidos à anestesia geral, em tomógrafo da marca Siemens, modelo Somatom Plus 4. O protocolo de avaliação utilizado corresponde à rotina de estudo do tórax de crianças, com cortes tomográficos de alta resolução em ins e expiração, com algoritmo de reconstrução para parênquima pulmonar (filtro “duro”), matriz de 512 X 512. Foi utilizada espessura de corte de 1mm, com intervalo de 8 a 10 mm entre os cortes, dependendo do tamanho do tórax do paciente, totalizando 6 a 9 cortes para cada fase do ciclo respiratório. Adicionalmente, foram realizadas varreduras volumétricas com 8 a 10 mm de espessura em decúbito ventral e dorsal, utilizando-se algoritmos de reconstrução para parênquima pulmonar e mediastino (filtros “duro” e “mole”, respectivamente). O regime radiológico usado correspondeu a 120 quilovolts (KV) e 127 miliampéres (mA), com exposição adaptada para crianças; relação entre rotação do tubo / deslocamento da mesa de exames (“pitch”) igual a 1; tempo de rotação do tubo de 1 segundo. A janela e o centro para interpretação dos exames variaram de 1000 a 1300 UH e -600 a -700 UH, respectivamente.

---

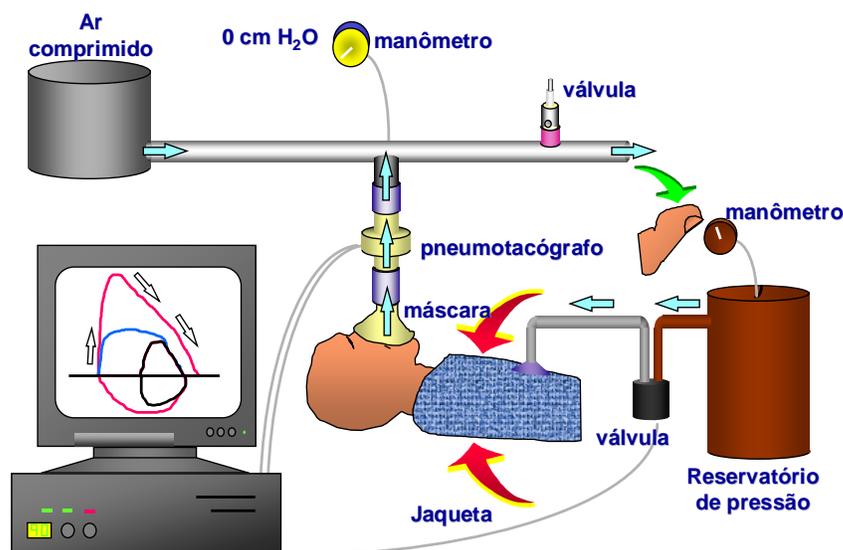
### **10.4.2 Função Pulmonar**

Os testes de função pulmonar foram realizados através das manobras expiratórias forçadas a partir de volumes elevados (MEFVE)<sup>1</sup>. As medidas foram efetuadas em crianças sedadas com hidrato de cloral (dose de 50 a 100 mg/Kg). Tal dosagem apresenta mínimos efeitos sobre os fluxos expiratórios<sup>2, 3</sup>. Após a indução do sono, colocaram-se os pacientes na mesa de exame em posição supina, adaptado a uma jaqueta inflável, ajustada em torno do tórax e abdômen. O circuito usado para a inflação pulmonar consiste na fonte de ar comprimido, manômetro, fluxômetro e válvula de segurança que limita a pressão a 30 cm H<sub>2</sub>O. A oclusão da válvula expiratória resulta em inflação do sistema respiratório. Ao final da inflação a uma pressão fixa de 30 cm H<sub>2</sub>O, a válvula é aberta e o paciente expira passivamente. Este ciclo de inflações pulmonares é repetido várias vezes (três a dez) para inibir o estímulo ventilatório em lactentes e permitir que a inspiração forçada seja feita sem interrupções. A próxima inflação então será seguida de acionamento da jaqueta inflável e expiração forçada. A compressão torácica é iniciada a um volume que equivale à pressão de 30 cm H<sub>2</sub>O e mantida até o volume residual, quando a jaqueta é desinflada, encerrando a compressão torácica. O sistema de compressão torácica regula a pressão aplicada no tórax e abdômen do lactente e é composto de uma fonte de ar comprimido, uma válvula reguladora de pressão, um reservatório de ar comprimido de 100 litros, a jaqueta inflável e uma válvula que conecta o reservatório de pressão à jaqueta. A pressão no

---

reservatório de pressão é ajustada manualmente antes de cada manobra. Os sinais são registrados em um computador através de sensores de fluxo conectados a uma máscara (pneumotacógrafo) e pressão (vias aéreas e jaqueta inflável). Os volumes são obtidos por integração do fluxo (figura 1). Os fluxos aferidos a volumes elevados correspondem a capacidade vital forçada, volume expiratório forçado em 0,5 segundos, fluxo expiratório forçado a 50, 75, 85% e entre 25 e 75% da capacidade vital.

### ***Manobras Expiratórias Forçadas a partir de Volumes Elevados***



**Figura 1-** Desenho esquemático das MEFVE

### ***10.5 Coleta de dados***

Os pacientes foram selecionados a partir do banco de dados dos registros do Serviço de Pneumologia Pediátrica do HSL-PUCRS, onde receberam o diagnóstico

clínico e funcional de bronquiolite obliterante. De posse destas informações, selecionaram-se os pacientes que realizaram tanto provas de função pulmonar (MEFVE) e tomografia computadorizada, conforme os critérios já descritos.

Dados demográficos dos pacientes e os respectivos resultados das provas expiratórias forçadas foram obtidos dos prontuários e dos bancos de dados do laboratório de função pulmonar.

Os estudos de tomografia computadorizada foram reinterpretados retrospectivamente pelo mesmo observador, independentemente dos laudos previamente existentes, através da análise dos filmes radiológicos ou do banco de dados digital disponível no CDI-HSL, sem conhecimento dos resultados das provas de função pulmonar.

## ***10.6 Variáveis em estudo***

### **10.6.1 Variáveis da Tomografia Computadorizada**

As variáveis tomográficas estudadas para fins de correlação com as MEFVE foram escores para alçaponamento aéreo e para bronquiectasias modificados pelos autores, originalmente descritos por Siegel<sup>4</sup> e por Bhalla<sup>5</sup>, respectivamente, para avaliar pacientes com síndrome de bronquiolite obliterante após transplante pulmonar e comprometimento pulmonar por fibrose cística. Também foram avaliados quanto a sua

---

ocorrência, os achados de alçaponamento aéreo, bronquiectasias, atelectasias lobares, segmentares e subsegmentares, nódulos centrolobulares, opacidades em “árvore em brotamento” e espessamento de paredes brônquicas.

A) Escore de alçaponamento aéreo:

O sistema de escore para alçaponamento aéreo, modificado de Siegel e colaboradores, consistiu na divisão de cada pulmão em três segmentos, correspondentes aos lobos superior, médio e inferior à direita, e superior, língula (considerado como lobo separado com o objetivo de facilitar o cálculo do escore) e inferior à esquerda. Cada segmento recebe uma nota, variando de zero a três, dependendo do grau de comprometimento por ar aprisionado na expiração, a saber:

\* 0 (zero): ausência de alçaponamento expiratório;

\* 1 (um): alçaponamento comprometendo até 1/3 da área do segmento estudado;

\* 2 (dois): alçaponamento comprometendo entre 1/3 e 2/3 da área do segmento estudado;

\* 3 (três): alçaponamento superior a 2/3 da área do segmento estudado.

O **escore final de alçaponamento aéreo** para determinado paciente, a ser correlacionado com os volumes expiratórios das provas de função pulmonar, foi finalmente calculado através da razão entre a soma dos escores de cada segmento pelo número de segmentos estudados, resumido pela fórmula seguinte:

$$\text{Escore final}_{\text{alçaponamento}} = \frac{\Sigma(\text{escores em cada segmento})}{n^{\circ} \text{ segmentos estudados}}$$

Na eventualidade de ocorrer atelectasia completa de um lobo pulmonar, impossibilitando, portanto, a caracterização do alçaponamento nesta localização, este não foi considerado no cálculo do escore final, sendo o denominador da fórmula acima correspondente apenas ao número de segmentos em que efetivamente foram calculados os escores individuais.

#### B) Escore de bronquiectasia

O sistema de escore para bronquiectasia, modificado de Bahlla e colaboradores, assumiu a mesma divisão de cada pulmão em três segmentos, a exemplo do escore para alçaponamento aéreo, atribuindo nota a cada um deles, variando de zero a três, dependendo do diâmetro interno do brônquio estudado, a saber:

- \* 0 (zero): ausência de bronquiectasia;
- \* 1 (um): diâmetro interno do brônquio inferior a 5 mm;
- \* 2 (dois): diâmetro interno do brônquio entre 5 e 10 mm;
- \* 3 (três): diâmetro interno do brônquio superior a 10 mm.

O **escore final de bronquiectasia** para determinado paciente, a ser correlacionado com os volumes expiratórios das provas de função pulmonar, foi finalmente calculado através da razão entre a soma dos escores de cada segmento pelo número de segmentos estudados, resumido pela fórmula seguinte:

$$\text{Escore final}_{\text{bronquiectasia}} = \frac{\Sigma(\text{escores em cada segmento})}{n^{\circ} \text{ segmentos estudados}}$$

Vale lembrar que o parâmetro utilizado para a identificação de bronquiectasia foi a relação entre o diâmetro interno do brônquio e a artéria que o acompanha superior a um, quando o brônquio foi visualizado em secção transversa, ou brônquios de paredes paralelas, com afilamento ausente, por mais de 2 cm, quando visualizado no seu plano transversal. Foram considerados para análise, brônquios lobares e segmentares.

De maneira semelhante ao escore final para alçapamento aéreo, o escore final de bronquiectasia também desconsidera no denominador para seu cálculo, lobos completamente atelectásicos.

#### C) Atelectasias lobares

As atelectasias lobares foram relatadas quanto a sua frequência quando identificadas áreas de colapso completo de um lobo, tanto nas varreduras feitas em decúbito dorsal quanto ventral.

#### D) Atelectasias segmentares

As atelectasias segmentares também foram relatadas quanto a sua frequência quando identificadas áreas de colapso de um segmento de um lobo, tanto nas varreduras feitas em decúbito dorsal quanto ventral.

#### E) Atelectasias subsegmentares

---

Descritas quanto a sua frequência quando observadas áreas de colapso parcial de um segmento de um lobo, tanto nas varreduras feitas em decúbito dorsal quanto ventral.

F) Nódulos centrolobulares

Caracterizados quando pequenos nódulos estiveram presentes no núcleo do lóbulo pulmonar secundário, perpendicularmente ao plano de corte tomográfico.

G) Opacidades em “árvore em brotamento”

Caracterizadas quando identificadas opacidades lineares que se ramificam no interior do lóbulo pulmonar secundário, paralelas ao plano de corte.

H) Espessamento de paredes brônquicas

O espessamento de paredes brônquicas foi considerado quando a parede da via aérea apresentou pelo menos metade da largura da artéria pulmonar adjacente ao brônquio.

### **10.6.2 Variáveis de Função Pulmonar**

A) Capacidade vital forçada (CVF)

---

B) Volume expiratório forçado em 0,5 segundos (VEF 0,5)

C) Fluxo expiratório forçado a 50% da capacidade vital (FEF 50%)

D) Fluxo expiratório forçado a 75% da capacidade vital (FEF 75%)

E) Fluxo expiratório forçado a 85% da capacidade vital (FEF 85%)

F) Fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% da capacidade vital (FEF 25-75%)

Os parâmetros de função pulmonar da melhor curva obtida, originalmente manifestos sob mililitros e percentuais, foram convertidos para escore Z, utilizando os valores previstos gerados em estudo prévio<sup>6</sup>.

### **10.6.3 Variáveis demográficas**

Foram descritas as variáveis demográficas relacionadas a idade, sexo, raça, peso e altura.

---

### *10.7 Cálculo amostral*

Inicialmente, na definição do projeto de pesquisa, a estimativa do tamanho da amostra baseou-se em estudos prévios de correlação entre tomografia computadorizada e função pulmonar em outras patologias que obtiveram coeficientes de correlação em torno de 0,70, assumindo poder de 0,80 e significância de 0,05 bidirecional, constituindo, então, o número de 13 pacientes como adequado para a análise, conforme tabela pré-estabelecida na literatura<sup>7</sup>. Entretanto, por tratar-se de estudo retrospectivo, efetivamente trabalhou-se com número fixo de pacientes, desde que preenchido os critérios de inclusão propostos.

### *10.8 Análise estatística*

Os dados coletados foram armazenados em planilha Excel e analisados através do programa estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versão 10.0.

Para determinar a correlação entre tomografia computadorizada e função pulmonar, foi estabelecido o coeficiente de correlação de Spearman, calculado entre as variáveis tomográficas **score final** alçaponação e **score final** bronquiectasia e cada uma das variáveis da prova expiratória forçada: **CVF**, **VEF 0,5**, **FEF 50%**, **FEF 75%**, **FEF 85%** e **FEF 25-75%**.

---

Para avaliar o quanto a variação dos escores tomográficos influencia as variáveis de função pulmonar, foi utilizada regressão linear simples, sendo as variáveis **CVF**, **VEF 0,5**, **FEF 50%**, **FEF 75%**, **FEF 85%** e **FEF 25-75%** consideradas dependentes e os escores tomográficos **score final** alçapamento e **score final** bronquiectasia, independentes.

Estas variáveis foram descritas através de mediana e intervalo interquartil (p25 – p75), quando de distribuição assimétrica ou por meio de média e desvio padrão, quando de distribuição normal. Quando desconhecida a distribuição das variáveis, foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para sua determinação.

As demais variáveis tomográficas, como atelectasias lobares, segmentares e subsegmentares, nódulos centrolobulares, opacidades em “árvore em brotamento” e espessamento de paredes brônquicas, foram descritas em percentuais.

As variáveis demográficas foram descritas através da média e desvio padrão (DP).

### ***10.9 Questões éticas***

Uma vez que nosso estudo é retrospectivo, após discussão interna no programa de Pós-Graduação em Pediatria, não foi considerada como necessária a inclusão de termo de consentimento informado, embora os autores se comprometam a manter o sigilo das informações coletadas.

---

## 11 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jones MH. Manobras expiratórias forçadas em lactentes. *J Pneumol* 2002. 28 (Supl 3): S 222-32.
  2. Jackson EA, Rabbette PS, Dezateux C, Hatch DJ, Stocks J. The effect of triclofos sodium sedation on respiratory rate, oxygen saturation and heart rate in infants and young children. *Pediatr Pulmonol* 1991; 10:40-5.
  3. Mallol J, Sly PD. Effect of chloral hydrate on arterial oxygen saturation in wheezy infants. *Pediatr Pulmonol* 1988; 5:09-9.
  4. Siegel MJ, Bhalla S, Gutierrez FR et al. Post-lung transplantation bronchiolitis obliterans syndrome: usefulness of expiratory thin-section CT for diagnosis. *Radiology* 2001;220:445-62.
  5. Bhalla M, Turcios N, Aponte V. Cystic fibrosis: scoring system with thin-section CT. *Radiology* 1991; 179: 783-8.
  6. Jones MH, Castile R, Davis S. Forced expiratory flows and volumes in infants – normative data and lung growth. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:353-9.
  7. Hulley SB, Cummings SR, Brower WS, et al. Tamanho total da amostra necessário quando se usa o coeficiente de correlação. In: Hulley SB, Cummings SR, Brower WS, et al. ed. *Delineando a pesquisa clínica*. 2ed. Porto Alegre, RS. Art Med. 2003. p108.
-

---

## **CAPÍTULO III**

---

(Artigo a ser submetido à publicação)

**Título:** Bronquiolite Obliterante: Correlação entre Tomografia Computadorizada de Alta Resolução e Provas de Função Pulmonar em Lactentes

Maurício Barreira Marques<sup>1</sup>, Marcus Herbert Jones<sup>2</sup>, J. Rubião Hoefel Filho<sup>3</sup>

1 – Médico Radiologista do CDI – Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Médico Radiologista do Instituto de Cardiologia do Rio Grande do Sul / Fundação Universitária de Cardiologia – ICFUC.

2 – Professor do Departamento de Pediatria – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Pesquisador do Instituto de Pesquisas Biomédicas da PUCRS.

3 – Médico Radiologista do CDI – Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Professor da Faculdade de Medicina da PUCRS.

Correspondência para:

Maurício Barreira Marques

Endereço: Av. Francisco Petuco, 45/604 B – Porto Alegre – RS

Fone: (51) 3328 9611 / (51) 9933 4278

e-mail: mauriciobmarques@yahoo.com.br

---

### **Introdução**

A bronquiolite obliterante pós-infecciosa (BO), mais freqüentemente encontrada na faixa etária pediátrica<sup>1</sup>, manifesta-se principalmente por quadro de obstrução respiratória grave, sem resposta significativa aos tratamentos empregados<sup>2</sup>. Traduz-se, histologicamente, como bronquiolite constrictiva, por sua vez manifesta através de fibrose peribronquiolar e discreto comprometimento do parênquima pulmonar,<sup>3</sup>. A fibrose estabelecida determina obstrução parcial ou completa das pequenas vias aéreas, distorção da luz brônquica, estase de muco e inflamação crônica<sup>4, 5</sup>.

Os agentes etiológicos mais freqüentemente responsáveis pelos quadros de BO são os vírus da influenza, parainfluenza, sarampo, adenovírus e vírus sincicial respiratório, além do *Mycoplasma pneumoniae*<sup>6, 7</sup>. Destes todos, o adenovírus é o que mais se associa aos casos de maior gravidade, embora outros fatores possam interferir na intensidade do quadro agudo ou em sua seqüela, tais como genótipo viral, resposta imunológica, carga viral, predisposição genética e influências do meio ambiente<sup>8</sup>.

O curso clínico desta patologia é variável, dependendo essencialmente do grau de agressão inicial, passando por quadros leves e moderados, na sua maioria, chegando, em graus extremos, a perda da função respiratória, hipoxemia, retenção de gás carbônico, hipertensão pulmonar e *cor pulmonale*. Sibilância, taquipnéia, dispnéia e tosse persistente podem persistir por semanas ou meses após a infecção inicial, que podem complicar em virtude de exacerbações conseqüentes a re-infecção<sup>9, 10, 11, 12</sup>.

Inexistem dados epidemiológicos mais abrangentes sobre a BO, embora se estime alta prevalência na região Sul do Brasil, Uruguai, Argentina e Chile, constituindo

---

uma das principais causas de bronquiolite aguda severa e doença pulmonar obstrutiva crônica da infância nestas regiões<sup>2,5</sup>, gerando demanda por atendimentos ambulatoriais e hospitalares semelhante ao que é observado em pacientes com fibrose cística.

O diagnóstico de BO baseia-se na constatação de história progressiva de infecção de vias aéreas inferiores, seguida de doença pulmonar obstrutiva crônica, associada a ausência de resposta aos tratamentos empregados, associados aos métodos de imagem auxiliares, em especial a tomografia computadorizada de alta resolução (TCAR).

A TCAR permite a visualização direta das alterações estruturais das vias aéreas de grande e pequeno calibre, sendo o método que melhor descreve as alterações associadas a BO, fornecendo critérios diagnósticos que permitem, inclusive, a substituição da biópsia pulmonar na prática clínica<sup>13,14</sup>.

Além das informações morfológicas oferecidas pela TCAR, é possível a avaliação funcional pulmonar, como demonstrado na literatura em outras patologias como síndrome após transplante pulmonar<sup>15</sup> e fibrose cística<sup>16</sup>, onde a espirometria mostrou boa correlação com este método de imagem.

Embora a TCAR tenha papel já estabelecido no diagnóstico e acompanhamento de pacientes com doença de vias aéreas, não são do conhecimento dos autores estudos que relacionem este com provas de função pulmonar em portadores de BO na faixa etária pediátrica, em especial os lactentes. Este fato, aliado a pouca disponibilidade de instrumentos que avaliem adequadamente a função pulmonar em crianças menores de cinco anos no nosso meio, tais como as provas expiratórias forçadas a partir de volumes elevados (MEFVE), motivou os autores a estudar a utilização da TCAR como método auxiliar na avaliação funcional da BO.

---

Neste contexto, os autores objetivam avaliar a correlação entre escores tomográficos adaptados de outras patologias<sup>4,5</sup>, utilizados para quantificar bronquiectasias e alçaponamento aéreo expiratório, marcas de doença de via aérea, com as provas expiratórias forçadas, empregadas na caracterização da função pulmonar em lactentes com BO.

---

***Métodos***

Estudo observacional transversal retrospectivo, onde foram avaliados os pacientes vinculados ao Ambulatório de Pneumologia Pediátrica ou à unidade de internação hospitalar do Hospital São Lucas da PUCRS. Os critérios de inclusão referem-se à presença de diagnóstico clínico de BO, manifesto por quadro permanente e progressivo de obstrução de via aérea, com antecedente de pneumonia viral grave, que realizaram manobras expiratórias forçadas e TCAR, no período de janeiro de 1999 a dezembro de 2004. Foram excluídos pacientes portadores de outras patologias obstrutivas crônicas, aspiração de corpo estranho, malformações congênitas e imunodeficiências.

Os pacientes que preencheram estes critérios foram selecionados através da revisão de seus prontuários, sendo coletados os dados demográficos referentes a sexo, raça, peso, altura e idade.

Os exames de tomografia computadorizada de alta resolução foram realizados com os pacientes submetidos à anestesia geral, em tomógrafo da marca Siemens, Somatom Plus 4, com cortes tomográficos de alta resolução em ins e expiração, com algoritmo de reconstrução para parênquima pulmonar, matriz de 512 X 512, espessura de corte de 1mm, intervalo de 8 a 10 mm entre os cortes, dependendo do tamanho do tórax do paciente, totalizando 6 a 9 cortes para cada fase do ciclo respiratório. Adicionalmente, foram realizadas varreduras volumétricas com 8 a 10 mm de espessura em decúbito ventral e dorsal, utilizando-se algoritmos de reconstrução para parênquima pulmonar e mediastino. Os demais parâmetros utilizados correspondem a 120 quilo volts (KV) e 127 mili ampéres (mA), “pitch” igual a 1; tempo de rotação do tubo de 1

---

segundo. A janela e o centro para interpretação dos exames variaram de 1000 a 1300 UH e -600 a -700 UH, respectivamente.

Os testes de função pulmonar foram realizados através das manobras expiratórias forçadas a partir de volumes elevados (MEFVE)<sup>17</sup>.

As variáveis obtidas dos exames de função pulmonar através de provas expiratórias forçadas a volumes elevados (MEFVE), consideradas para análise foram a capacidade vital forçada (CVF), o volume expiratório forçado em 0,5 segundos (VEF 0,5), além dos fluxos expiratórios forçados a 50% da capacidade vital (FEF 50%), a 75% da capacidade vital (FEF 75%), a 85% da capacidade vital (FEF 85%) e entre 25 e 75% da capacidade vital (FEF 25-75%). Os parâmetros de função pulmonar da melhor curva obtida foram convertidos para escore Z, utilizando os valores previstos gerados em estudo prévio do Serviço de Pneumologia Pediátrica do HSL-PUCRS<sup>18</sup>.

As variáveis tomográficas obtidas para correlação com as de função pulmonar, foram escores finais de alçaponamento aéreo expiratório e de bronquiectasia, modificados de Siegel e Bahlla, respectivamente. Estes escores foram obtidos através da divisão de cada pulmão em três segmentos, sendo cada um deles graduado de 0 a 3. No escore de alçaponamento, zero referia-se à ausência do mesmo, enquanto um, dois e três ao comprometimento de até 1/3, entre 1/3 e 2/3 e superior a 2/3 da área do segmento estudado, respectivamente. Para a obtenção do escore de bronquiectasia, zero referiu-se a sua ausência, enquanto um, dois e três, aos diâmetros internos dos brônquios inferiores a 5 mm, entre 5 e 10 mm e superior a 10 mm, respectivamente. Ambos os escores finais foram então obtidos através da soma dos escores individuais de cada segmento, dividido

---

pelo número de segmentos estudados. Segmentos completamente atelectásicos não foram considerados para estudo.

Além disso, avaliou-se a presença de achados tomográficos relacionados a doença de via aérea na população em estudo, tais como atelectasias lobares, segmentares, subsegmentares, nódulos centrolobulares, opacidades em “árvore em brotamento” e espessamento de paredes brônquicas, além do alçapamento e das bronquiectasias.

A correlação entre as variáveis tomográficas (escore final de alçapamento aéreo e de bronquiectasia) com os parâmetros das MEFVE foi efetuada por meio do coeficiente de *Spearman*. Para avaliar o quanto a variação dos escores tomográficos influencia as variáveis de função pulmonar, foi utilizada regressão linear simples, sendo as variáveis de função pulmonar consideradas dependentes e os escores tomográficos, independentes. As variáveis em estudo foram descritas por mediana e intervalo interquartil quando de distribuição assimétrica ou por média e desvio padrão quando de distribuição normal. Para cálculo dos dados foi utilizado o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versão 10.0.

---

### Resultados

No período de novembro de 1999 a outubro de 2004, dos 66 pacientes com diagnóstico de BO vinculados ao Ambulatório de Pneumologia Pediátrica ou à unidade de internação do HSL-PUCRS, 18 efetuaram MEFVE e TCAR, sendo que destes, dois realizaram ambos os exames duas vezes, constituindo, portanto, número total de 20. Destes pacientes, duas eram meninas e 16, meninos, com média de idade de 20,1 meses ( $\pm 11,6$ ), sendo apenas um paciente da raça negra, enquanto os demais pertenciam à raça branca. A média de altura e peso correspondeu a 80,45 cm ( $\pm 11,06$ ) e 10,74 Kg ( $\pm 3,12$ ).

A diferença entre a data da realização dos exames de tomografia computadorizada e a data da realização das MEFVE apresentou mediana de 88 dias (56,00 – 172,5).

A mediana do escore final de alçapamento aéreo correspondeu a 1,24 (0,83 – 1,91), enquanto a do escore final de bronquiectasia a 0,50 (0,24 – 0,73).

As variáveis de função pulmonar apresentaram médias de escore Z de CVF = -0,82 ( $\pm 1,63$ ), FEF 50% = -5,48 ( $\pm 2,69$ ), FEF 75% = -5,86 ( $\pm 2,49$ ), FEF 85% = -5,49 ( $\pm 2,15$ ), FEF 25-75% = -6,28 ( $\pm 2,83$ ) e VEF 0,5 = -3,24 ( $\pm 2,02$ ).

As variáveis que tiveram correlações estatisticamente significativas foram escore final de alçapamento aéreo e FEF 50% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,023$ ), FEF 75% ( $\rho = -0,54$ ;  $p = 0,014$ ), FEF 85% ( $\rho = -0,55$ ;  $p = 0,011$ ), FEF 25-75% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,026$ ) e VEF 0,5 ( $\rho = -0,48$ ;  $p = 0,030$ ) (figuras 1 a 5). Já o escore final de bronquiectasia correlacionou-

se estatisticamente apenas com a variável de função pulmonar FEF 50% ( $\rho = -0,50$ ;  $p = 0,025$ ) (figura 6).

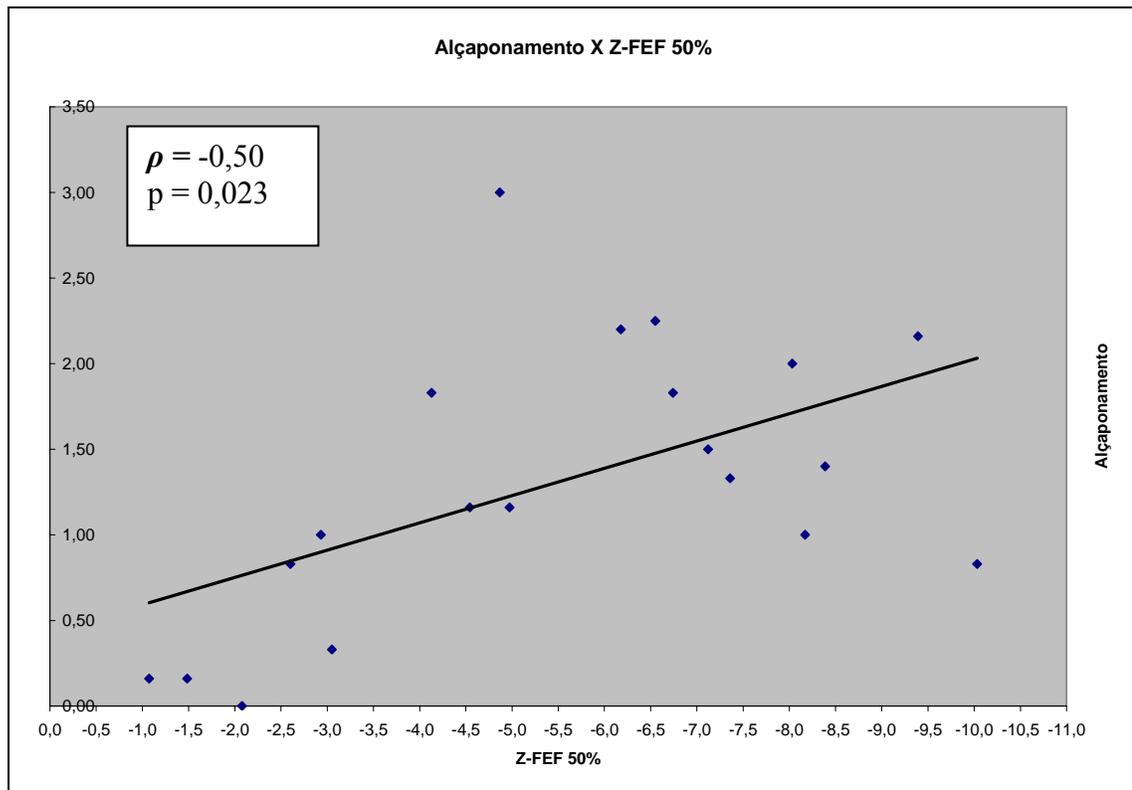


Figura 1- Correlação alçaponamento X Z-FEF 50%

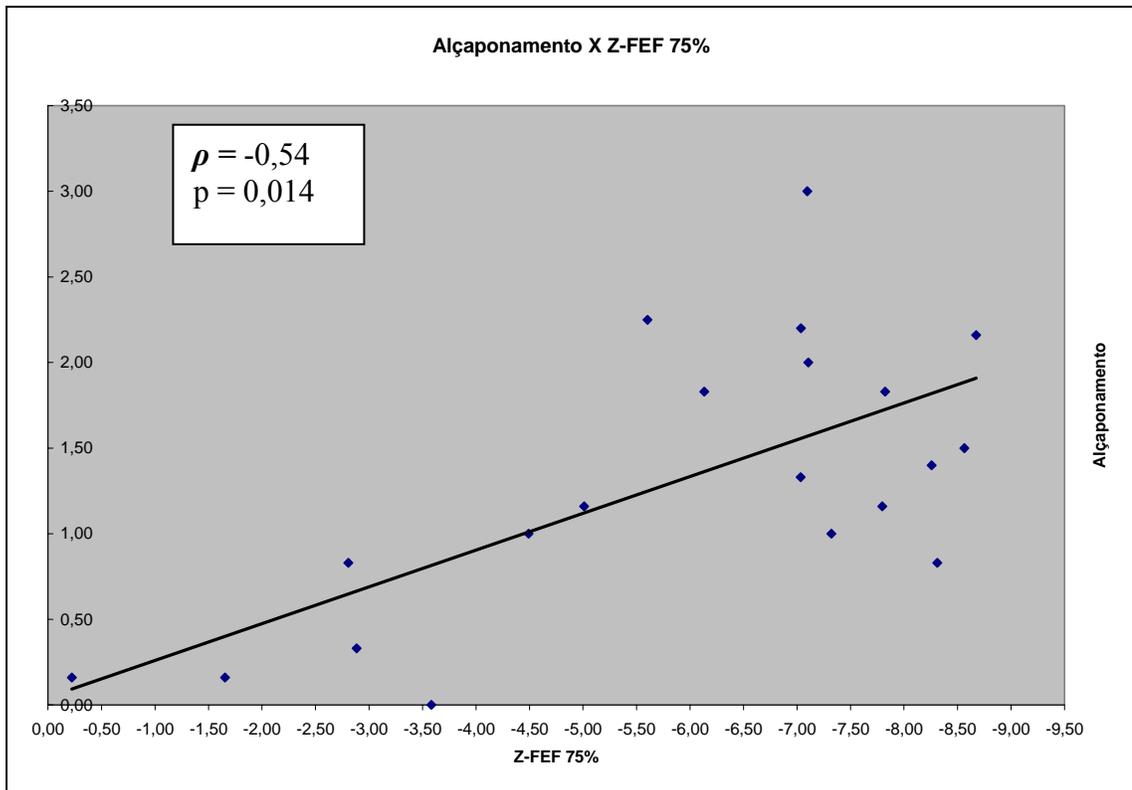


Figura 2- Correlação alçapamento X Z-FEF 75%

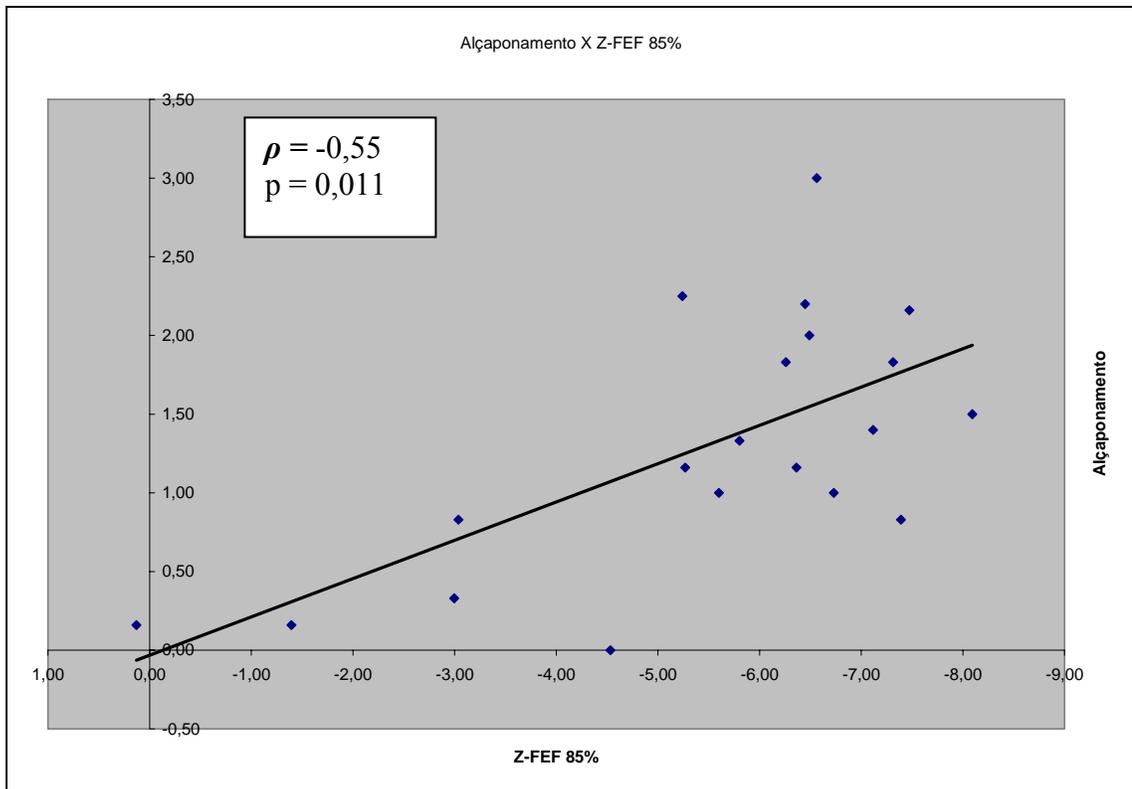


Figura 3- Correlação alçapamento X Z-FEF 85%

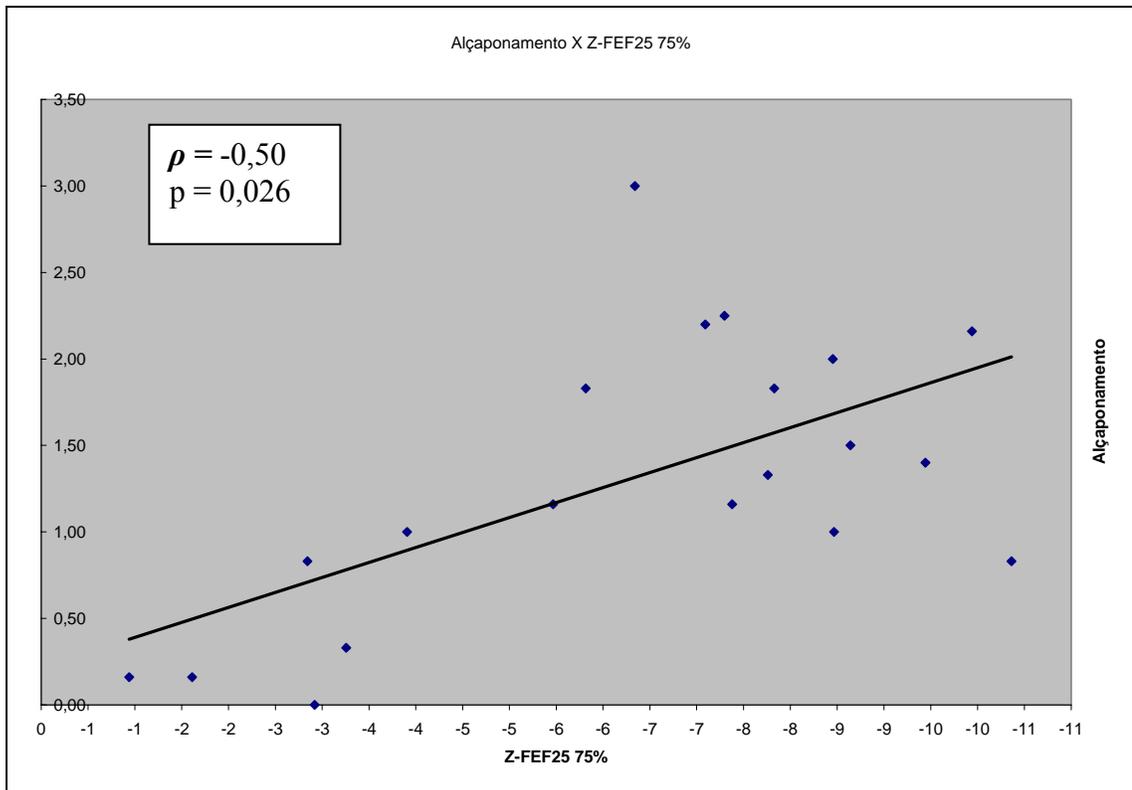


Figura 4- Correlação alçaponamento X Z-FEF 25-75%

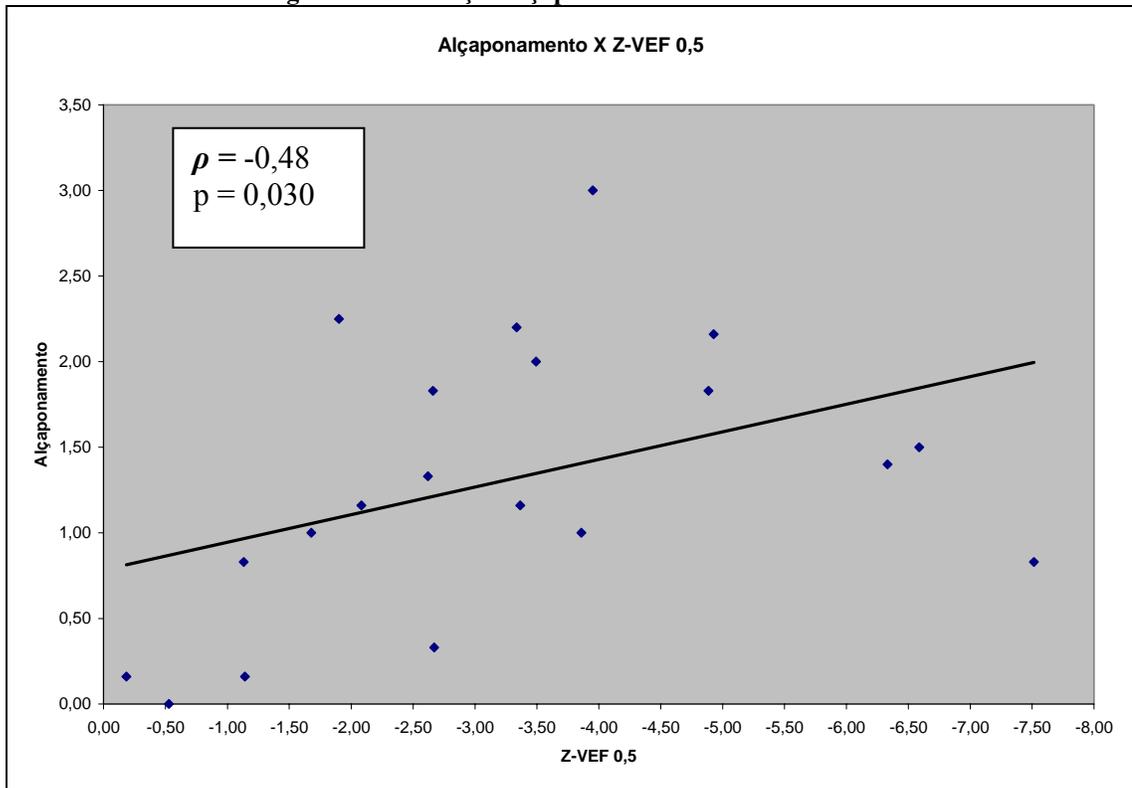


Figura 5- Correlação escore alçaponamento X Z-VEF 0,5

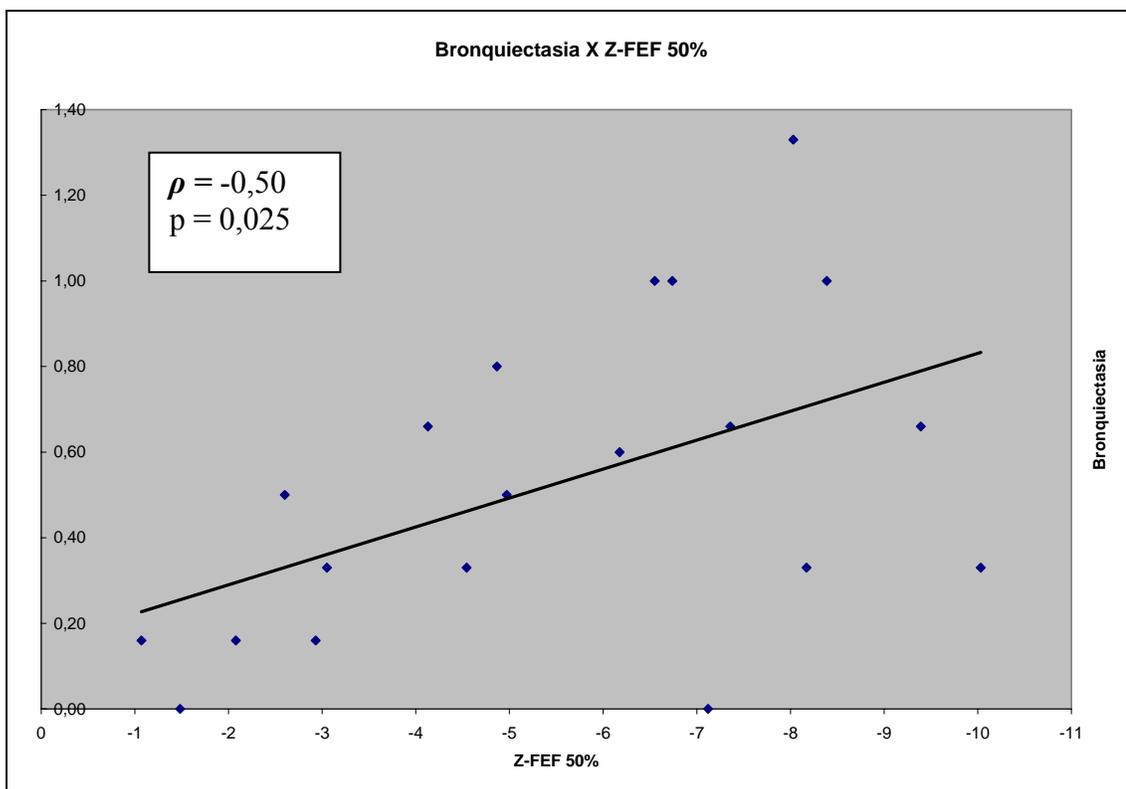


Figura 6- Correlação bronquiectasia X Z-FEF 50%

Não foi estatisticamente significativa a correlação do escore final de alçapamento aéreo e CVF ( $\rho = -0,31$ ;  $p = 0,190$ ). O escore final de bronquiectasia também não teve correlação demonstrável estatisticamente com as variáveis CVF ( $\rho = -0,12$ ;  $p = 0,617$ ), FEF 75% ( $\rho = -0,35$ ;  $p = 0,131$ ), FEF 85% ( $\rho = -0,32$ ;  $p = 0,162$ ), FEF 25 75% ( $\rho = -0,41$ ;  $p = 0,075$ ) e VEF 0,5 ( $\rho = -0,36$ ;  $p = 0,119$ ).

Em razão do intervalo de tempo elevado entre a realização dos exames tomográficos e as MEFVE, foi realizada análise separada, excluindo-se os pacientes com intervalo superior a 150 dias, com o objetivo de entender um possível efeito deste fator sobre as correlações. Persistiram as mesmas correlações significativas estabelecidas previamente, porém com aumento do grau de correlação entre o escore final de

alçaponamento e FEF 50% ( $\rho = -0,62$ ;  $p = 0,014$ ), FEF 75% ( $\rho = -0,67$ ;  $p = 0,006$ ), FEF 85% ( $\rho = -0,65$ ;  $p = 0,009$ ), FEF 25 75% ( $\rho = -0,63$ ;  $p = 0,011$ ) e VEF 0,5 ( $\rho = -0,64$   $p = 0,011$ ) e escore final de bronquiectasia e FEF 50% ( $\rho = -0,62$ ;  $p = 0,014$ ).

Foi realizada regressão linear simples, assumindo as variáveis de função pulmonar como dependentes e os escores tomográficos como variáveis independentes. Foram estatisticamente significativas as regressões das variáveis FEF 50% ( $p = 0,015$ ), FEF 75% ( $p = 0,001$ ), FEF 85% ( $p = 0,002$ ) e FEF 25-75% ( $p = 0,004$ ) pelo escore de alçaponamento aéreo. Criou-se um modelo então para predizer os valores de função pulmonar, partindo do escore de alçaponamento, cujas fórmulas encontram-se descritas na tabela 1.

**Tabela 1- Modelo de regressão linear para cálculo de função pulmonar**

<b>Função Pulmonar</b>	<b>Equação (Y = a + bX)</b>	<b>r<sup>2</sup></b>	<b>IC</b>	<b>P</b>
Z-FEF 50%	[-3,142 -(1,793 X alç.)]	0,29	(-3,196; -0,390)	0,015
Z-FEF 75%	[-3,182 -(2,057 X alç.)]	0,44	(-3,202; -0,913)	0,001
Z-FEF 85%	[-3,230 -(1,737 X alç.)]	0,42	(-2,741; -0,732)	0,002
Z-FEF 25-75%	[-3,503 -(2,132 X alç.)]	0,37	(-3,510; -0,753)	0,004

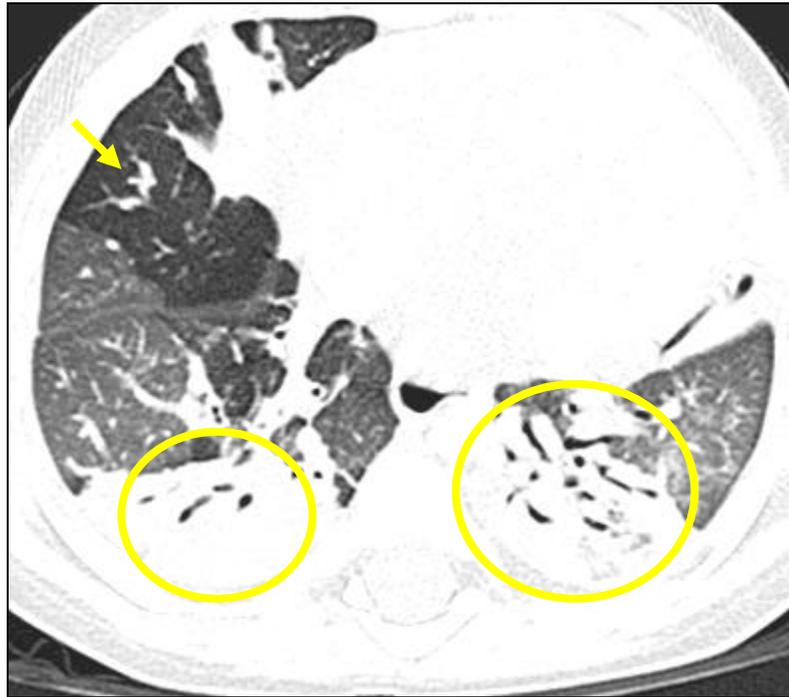
*Para calcular o escore Z do parâmetro de função pulmonar, substituir "alç" pelo valor do escore de alçaponamento.*

Alçaponamento aéreo expiratório (figura 7) foi o achado mais freqüente em nossa casuística, encontrado em 95% dos casos (19/20), seguido de bronquiectasias (figura 8), em 90% (18/20). As atelectasias lobares (figura 8) foram identificadas em 20% dos casos (4/20), enquanto as segmentares (figura 7) em 60% (12/20) e subsegmentares em 85% (17/20). Nódulos centrolobulares e opacidades em “árvore em brotamento” (figura 8) identificadas em 70% (14/20) e 60% (12/20), respectivamente.

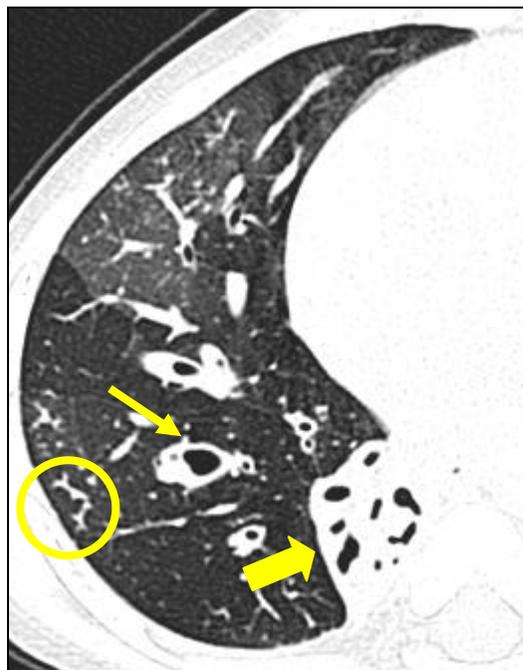
Espessamento de paredes brônquicas (figura 8) esteve presente em 65% (13/20) dos casos. Estes dados encontram-se sumarizados na tabela 2.

**Tabela 2- Frequência dos achados de TCAR**

<b>Achados Tomográficos</b>	<b>No Casos (n=20)</b>	<b>%</b>
Alçaponamento aéreo	19	95
Bronquiectasias	18	90
Atelectasias subsegmentares	17	85
Nódulos centrolobulares	14	70
Espessamento de paredes brônquicas	13	65
Opacidades em "árvore em brotamento"	12	60
Atelectasias segmentares	12	60
Atelectasias lobares	4	20



**Figura 7-** Corte realizado em expiração demonstrando alçaponamento aéreo (setas) e atelectasias segmentares nos lobos inferiores (círculos).



**Figura 8-** Bronquiectasias e brônquios de paredes espessas (seta), "árvore em brotamento" (círculo) e atelectasia lobar (seta larga).

Achado interessante, não contemplado inicialmente nos objetivos, foi a persistência das atelectasias identificadas à tomografia computadorizada, tanto nas aquisições em decúbito ventral quanto dorsal em 13 dos 15 pacientes (87%) que realizaram esta técnica combinada para aquisição das imagens (intervalo de confiança entre 62,48% a 97,7%), mostrando, possivelmente, ser este achado não decorrente do posicionamento durante a aquisição das imagens.

---

***Discussão***

As doenças respiratórias são uma das principais causas de morbidade e mortalidade em crianças menores de cinco anos de idade no mundo<sup>19</sup>. A BO, entre elas, constitui uma das principais causas de doença pulmonar obstrutiva crônica da infância, especialmente na região Sul do Brasil<sup>2, 5</sup>. Os avanços nos cuidados de terapia intensiva dos últimos tempos possibilitaram a sobrevivência de crianças que outrora morriam em decorrência de complicações respiratórias da prematuridade, infecções graves e malformações congênitas. Desta forma, as seqüelas destas afecções, aliada ao aumento da prevalência de doenças pulmonares crônicas, demandaram o desenvolvimento e a adaptação de novas tecnologias para avaliação da função pulmonar nesta faixa etária. Na última década, observou-se expansão considerável no desenvolvimento de testes de função pulmonar em lactentes<sup>20</sup>. Os métodos que melhor encontraram aplicação clínica foram aqueles que adaptaram a espirometria, rotineiramente utilizada para estudo de adultos e crianças maiores de cinco anos, simulando em lactentes não cooperativos, a expiração forçada, manobra que, por sua vez, facilmente detecta características obstrutivas presentes em doenças respiratórias. A adaptação de um método já consagrado como a espirometria para lactentes traz benefícios claros, tais como o amplo conhecimento da metodologia das manobras expiratórias forçadas, além de os volumes pulmonares e os fluxos expiratórios serem de conceitos com fácil compreensão e bem estabelecidos.

Dentre estes métodos, destacam-se as MEFVE, que têm semelhança com a curva fluxo-volume obtida em adultos, oferecendo volumes de referência, além de permitir que

volumes e fluxos pulmonares instantâneos sejam analisados<sup>21</sup>. Os dados iniciais obtidos com o método sugerem um significativo aumento da sensibilidade para detecção de obstrução, quando comparado com outras ferramentas adaptadas para lactentes. Os parâmetros obtidos através das MEFVE correspondem a CVF, FEF 50%, FEF 75%, FEF 85%, FEF 25-75% e VEF 0,5. De característica peculiar em lactentes, as manobras expiratórias duram menos de um segundo, impedindo a avaliação do VEF<sub>1</sub>, ao contrário do que acontece com a espirometria, sendo de mais valia, portanto, a análise dos volumes VEF 0,5 e VEF 0,75. Ainda assim, estes parâmetros podem apresentar desempenho reduzido em lactentes, em função do crescimento desigual entre volume pulmonar e calibre das vias aéreas. Desta forma, os fluxos instantâneos, como o FEF 50% e FEF 75% podem ser mais sensíveis para obstrução do que VEF 0,5 e VEF 0,75. A variável antropométrica de comprimento é a que apresenta melhor correlação para cálculo de valores previstos. Embora promissor, o método das MEFVE apresenta uso limitado devido à ausência de aparelhos disponíveis comercialmente, sendo sua utilização restrita praticamente a centros de pesquisa.

Embora a tomografia já tenha assumido um papel relevante no entendimento da fisiologia pulmonar, a literatura, no conhecimento dos autores, não contemplou ainda a relação desta modalidade de imagem com provas de função pulmonar especificamente voltadas para lactentes com BO.

Conseqüentemente, o objetivo principal do nosso estudo foi avaliar a correlação entre os achados das MEFVE e escores quantitativos de alçapamento aéreo expiratório e de bronquiectasias nesta população.

---

Nossos resultados demonstraram correlação inversa, moderada a forte, entre o escore tomográfico de quantificação de alçaponamento aéreo expiratório e as variáveis das MEFVE, especificamente FEF 50%, FEF 75% , FEF 85%, FEF 25 75% e VEF 0,5. O alçaponamento aéreo identificado nos cortes tomográficos de alta resolução adquiridos em expiração é por muitos considerado o sinal marcador de doença das vias aéreas<sup>22</sup>, em especial os manifestos por quadros obstrutivos<sup>23</sup>. Este achado esteve presente em 19 dos 20 pacientes estudados em nossa série, refletindo a natureza obstrutiva do comprometimento respiratório, marca da BO. A correlação encontrada com as variáveis de função pulmonar de fluxos instantâneos e volume expiratório em 0,5 segundo, da mesma forma características de processo obstrutivo em lactentes, vem, portanto, ao encontro do esperado, sendo então menor o valor do escore Z destes parâmetros funcionais (pior o quadro obstrutivo), quanto maior for o escore tomográfico de alçaponamento aéreo.

O fato de não ser encontrada correlação significativa entre aprisionamento aéreo na expiração e CVF justifica-se, uma vez que em pacientes com BO, geralmente a capacidade vital encontra-se preservada, ao contrário dos fluxos expiratórios.

Hansell e colaboradores avaliaram retrospectivamente 15 pacientes com diagnóstico de bronquiolite obliterante (mediana de 47 anos), correlacionando TCAR e espirometria. Nesta casuística, ocorreu correlação significativa apenas entre alçaponamento aéreo e fluxo expiratório máximo a 50% do esperado (FEM 50%) ( $\rho = -0,7$ ;  $p < 0,05$ ). As demais variáveis de função pulmonar não apresentaram correlação significativa. Além das discrepâncias referentes à faixa etária da população estudada e das etiologias para BO (apenas um paciente apresentava a doença após infecção na

---

infância, os demais ou tinham artrite reumatóide ou BO de origem ignorada), este estudo difere do nosso não somente pelo método utilizado para avaliação da função pulmonar e seus respectivos parâmetros, mas também por atribuir graduação distinta no escore de alçaponamento aéreo, manifesto por percentual de todo o pulmão afetado. Apesar destas diferenças, suas conclusões direcionam de maneira semelhante para o papel chave do aprisionamento aéreo na quantificação em bronquiolite obliterante.

No estudo de Siegel e colaboradores, 62 pacientes com média de idade de 13 anos foram avaliados retrospectivamente quanto à acurácia da TCAR para detecção de obstrução e alçaponamento aéreo em crianças transplantadas de pulmão com síndrome de bronquiolite obliterante. Destes pacientes, 21 apresentavam BO após transplante, enquanto os demais não apresentavam esta complicação após o procedimento. Além da sensibilidade e especificidade do método, também foi pesquisada a correlação entre escore de alçaponamento e VEF<sub>1</sub> ( $\rho = 0,75$ ;  $p < 0,01$ ). Novamente, embora também tenham sido demonstradas as associações entre os dois métodos, as diferenças deste para o nosso estudo residem nas características da população, nos parâmetros de função pulmonar (espirometria) e na graduação do escore tomográfico, utilizando para tanto, uma escala de cinco pontos para o aprisionamento aéreo, ao invés de quatro, por nós empregada.

No estudo de Arakawa e Webb<sup>24</sup>, de um total de 253 pacientes avaliados retrospectivamente, 29 haviam realizado TCAR e espirometria, com idade média de 39 anos, constituindo grupo heterogêneo de patologias, tais como bronquiolite obliterante após transplante pulmonar, asma, bronquite crônica, fibrose cística, bronquiectasias, sarcoidose, pneumonia de hipersensibilidade e outras doenças mistas, com componente

infiltrativo e de via aéreo associados. A exemplo do estudo anterior, este também utilizou escala de cinco pontos para graduação do alçaponamento. Foi encontrada correlação significativa entre aprisionamento aéreo e VEF<sub>1</sub> ( $\rho = -0,463$ ;  $p < 0,05$ ) e FEF 25-75% ( $\rho = -0,448$ ;  $p < 0,05$ ).

Na avaliação de quadros obstrutivos em pacientes com bronquiectasias, Roberts e colaboradores encontraram correlação entre alçaponamento e VEF<sub>1</sub> ( $\rho = -0,55$ ;  $p < 0,000005$ ). O estudo avaliou 100 pacientes, com idade média de 50,5 anos, portadores de bronquiectasias secundárias a diferentes etiologias, com escore de alçaponamento dotado de graduação em três pontos.

Khong e colaboradores<sup>25</sup> estudaram a relação entre TCAR e espirometria prospectivamente em 41 pacientes com  $\beta$ -talassemia maior (média de idade de 24,5 anos), usando escore de alçaponamento com escala de cinco pontos, aplicando tratamento estatístico diferente dos demais estudos. Os pacientes foram divididos de acordo com a presença ou não de aprisionamento aéreo (a partir de um ponto de corte pré-estabelecido no escore), sendo então calculadas as diferenças nas médias dos parâmetros de função pulmonar entre os grupos. Os achados sugerem presença de fator obstrutivo de pequenas vias aéreas nesta patologia, até então não bem compreendido, pela associação de alçaponamento com FEF 25-75% (RR = 0,86;  $p = 0,019$ ). Embora com delineamento prospectivo, este estudo apresentou intervalo de tempo inclusive superior a três meses entre a realização do estudo tomográfico e as provas de função pulmonar. Entretanto, os autores consideraram que a natureza crônica da patologia não produziria variações significativas nos resultados obtidos por ambos os métodos.

---

Vale lembrar ainda que, na direção oposta à dos estudos até então citados, Vikgren e colaboradores<sup>26</sup>, de maneira semelhante à encontrada por outros autores<sup>27</sup>, não observaram correlação entre alçapamento focal ou difuso, como postulado para diagnóstico de doença de pequenas vias aéreas, e provas de função pulmonar em 58 pacientes fumantes e 34 não fumantes ( $\rho = 0,12$  para VEF<sub>1</sub>). Um escore de alçapamento de quatro pontos, semelhante ao empregado em nosso estudo, foi utilizado pelos autores.

Como referido até aqui, nosso estudo apresenta diferenças importantes em relação aos demais efetuados. Nossa população constitui um grupo homogêneo quanto à patologia de base, de faixa etária distinta, correlacionando provas de função pulmonar específicas para crianças abaixo de cinco anos, com escore tomográfico para alçapamento simplificado, visando torná-lo de fácil aplicabilidade clínica. Estes fatores, no nosso entendimento, ajudam a explicar em parte as diferenças nos valores dos coeficientes de correlação, embora a maioria das conclusões dos diferentes trabalhos direcione para uma correlação boa entre os dois métodos, especialmente no que se refere ao alçapamento aéreo, em doenças de pequena via aérea com componente obstrutivo preponderante, fato bem evidente também no nosso estudo.

De maneira semelhante a outras casuísticas, nosso estudo não demonstrou correlação estatisticamente significativa entre escores de graduação de bronquiectasia por tomografia computadorizada e função pulmonar.

No estudo de Hansell, não foi encontrada associação entre grau de dilatação brônquica e VEF<sub>1</sub> ( $\rho = - 0,21$ ), FEM 50% ( $\rho = - 0,48$ ) e FEM 25% ( $\rho = - 0,44$ ), com

valores de p não significativos. Da mesma forma, não foram observadas correlações com a extensão das bronquiectasias.

Bhalla e colaboradores, avaliando retrospectivamente 14 pacientes com fibrose cística, entre 5 a 42 anos, desenvolveram um sistema de escore de quatro pontos (0 – 3) para severidade e extensão de dilatação brônquica, encontrando correlação apenas com a relação  $VEF_1 / CVF$  ( $\rho = 0,69$ ;  $p = 0,006$ ), embora tal associação não tenha sido repetida isoladamente com  $VEF_1$  ( $\rho = 0,42$ ;  $p = 0,14$ ) e com  $CVF$  ( $\rho = 0,48$ ;  $p = 0,09$ ).

A correlação entre grau de dilatação brônquica e  $VEF_1$  também foi fraca no estudo de Roberts e colaboradores ( $\rho = -0,35$ ;  $p < 0,00005$ ), ao contrário do que encontraram com o alçapamento aéreo, levando-os a concluir que o perfil obstrutivo identificado nas provas de função pulmonar está primariamente ligado à evidência de doença de pequenas e médias vias aéreas e não aos brônquios de grande calibre ectásicos. Na verdade, quanto maior foi o grau de dilatação, menor foi a obstrução aérea, após aplicação de análise multivariada aos dados obtidos.

A correlação de escores de bronquiectasia com provas de função pulmonar também não foi tão importante quanto a do alçapamento aéreo no estudo de Yang e colaboradores<sup>28</sup>, especialmente com  $VEF_1$  ( $\rho = -0,41$ ;  $p < 0,05$ ) e  $CVF$  ( $\rho = -0,31$ ;  $p$  não significativo), ao contrário do escore de alçapamento, que obteve coeficientes de correlação de  $-0,73$  ( $p < 0,001$ ) e  $-0,48$  ( $p < 0,05$ ), com os mesmos respectivos parâmetros funcionais, em um surto de bronquiolite obliterante após consumo do vegetal *Sauropus androgynus*, em 24 pacientes com média de idade de 42,1 anos.

Através da regressão linear simples aplicada em nossos resultados, foi possível desenvolver um modelo com fórmulas que permitissem estabelecer uma estimativa

---

aproximada dos parâmetros de função pulmonar a partir do escore de alçaponamento aéreo, particularmente FEF 50%, FEF 75%, FEF 85% e FEF 25-75%, informação até então desconhecida pelos autores na literatura. Embora a regressão não tenha sido significativa para todas as variáveis, estes parâmetros de fluxo são os mais sensíveis para detecção de doença obstrutiva em lactentes. Acreditamos que estas podem ser ferramentas úteis na prática clínica, especialmente em situações onde a realização de provas de função pulmonar adaptadas para crianças pequenas não está disponível.

Os sinais radiológicos encontrados em nosso estudo mostram um padrão típico de doença de via aérea, sendo praticamente todos estes observados em maior ou menor grau. Os mais freqüentes foram alçaponamento aéreo expiratório (95%), bronquiectasias (90%), atelectasias subsegmentares (85%), nódulos centrolobulares (70%), espessamento de paredes brônquicas (65%), opacidades em “árvore em brotamento” e atelectasias segmentares (60%) e lobares (20%).

Na série de Zhang e colaboradores<sup>29</sup>, demonstrou-se que as alterações mais freqüentemente encontradas em 31 pacientes pediátricos com bronquiolite pós-infecciosa com diagnóstico histopatológico, foram espessamento de paredes brônquicas (100%), bronquiectasias (85%) e aprisionamento aéreo expiratório (82%). Atelectasias lobares, segmentares ou subsegmentares também foram achados comumente encontrados (70%).

Lynch e colaboradores documentaram achados de BO pós-infecciosa em TCAR em seis crianças. Nesta série, o alçaponamento aéreo expiratório foi o achado mais marcante, seguido por bronquiectasias.

---

Em uma série com 18 pacientes com bronquiolite obliterante de várias causas, Padley e colaboradores<sup>30</sup> mostraram que todos os pacientes apresentavam algum tipo de anormalidade no parênquima pulmonar, com achados de perfusão em mosaico em 15 e bronquiectasias em 12.

A presença do alçapamento aéreo em nosso estudo na maioria dos pacientes se justifica por ser este um dos sinais cardinais indiretos de doença de pequena via aérea.

Embora a BO seja uma doença que afete primariamente as vias de pequeno calibre, presença de bronquiectasias também foi um sinal freqüente na nossa população, em conformidade com outros estudos, o mesmo ocorrendo com as atelectasias.

Já o espessamento de paredes brônquicas pode ser determinado por infiltração da parede do brônquio propriamente dito ou do interstício peribrônquico. Em alguns estudos, tem sido um fator isolado a apresentar correlação com provas de função pulmonar.

Os nódulos centrolobulares e as opacidades em “árvore em brotamento” correspondem a sinais diretos de bronquiolite e representam bronquíolos dilatados, com impactação mucosa, além de alterações no interstício peribronquiolar<sup>31</sup>.

Merece particular atenção um achado inesperado, não contemplado inicialmente nos nossos objetivos, mas que pode trazer à luz uma discussão interessante a cerca da técnica radiológica empregada na realização dos exames de tomografia computadorizada em crianças. A rotina preconizada implica na aquisição de imagens em decúbito dorsal e ventral em crianças anestesiadas, uma vez que podem surgir atelectasias apenas posturais, não necessariamente relacionadas com a patologia de base do paciente, facilmente desfeitas com a mudança de decúbito. Dos 15 pacientes que realizaram

---

aquisições em decúbito dorsal e ventral, 13 (88%) persistiram com atelectasias após esta manobra, sugerindo que estas fizessem parte do substrato da doença. Embora o tamanho da amostra seja muito pequeno e o intervalo de confiança grande para ratificar esta conclusão com mais segurança, a não realização de uma segunda aquisição de imagens poderia reduzir em 50% a dose de radiação ionizante atribuída aos pacientes. Esta é uma preocupação pertinente quando se pensa em uma população mais suscetível aos efeitos biológicos da radiação e que possui uma doença crônica, com chances elevadas de acompanhamento prolongado e contínuo, necessitando muitas vezes de vários exames radiológicos ao longo da vida.

Como todo estudo transversal, o nosso sofre de viés de seleção, especialmente sendo a nossa instituição referência terciária e acadêmica, inclusive no estudo de patologias como a BO. Além disso, a análise dos valores médios de função pulmonar traduz que nossa população, embora represente um grupo homogêneo, também reflete muitos pacientes com distúrbio obstrutivo grave, com reduzido número de pacientes com comprometimento leve, que por sua vez, se fossem mais numerosos, certamente aumentaria a força da correlação entre os métodos em avaliação. Soma-se a isso o fato de apenas os pacientes mais graves serem submetidos à tomografia computadorizada, em função da preocupação com a exposição à radiação ionizante. Mesmo assim, nos casos em que dois pacientes puderam realizar tomografia computadorizada e função pulmonar mais de uma vez, um com melhora e outro com piora do padrão obstrutivo às MEFVE, tais alterações foram acompanhadas na mesma direção pelo escore de alçapamento, o que, em nossa opinião, indica que o escore proposto seja sensível às

---

mudanças clínicas, mesmo em pacientes com função pulmonar muito alterada, a despeito de esta constatação ser efetuada em pequeníssimo percentual de nossa amostra.

Embora estas observações tenham relevância na compreensão dos resultados, os autores entendem que estas situações representam a realidade encontrada na prática clínica, onde se pretende que as conclusões sejam aplicadas. Além disso, um desenho mais rigoroso do trabalho, incluindo pacientes normais, não se justifica principalmente pelos riscos inerentes à exposição desnecessária à radiação e ao procedimento anestésico.

Outra questão a ser considerada, é o espaço de tempo elevado decorrente entre a realização das provas de função pulmonar e os exames de tomografia computadorizada, fator de difícil controle quando se trata de estudos retrospectivos. Os autores consideram este um quesito importante, porém a natureza crônica da BO, a exemplo do que foi considerado por Khong na avaliação de beta talassemia, limitaria este impacto na interpretação dos resultados. Adicionalmente, como evidenciado pelo acompanhamento da curva de crescimento pulmonar através de parâmetros obtidos pelas MEFVE, os pacientes com BO apresentam pouca modificação ao longo do tempo. Ainda assim, a análise em separado de nossos pacientes, excluídos aqueles cujo intervalo decorrido entre os exames era muito longo, demonstrou melhora nos coeficientes de correlação. Como solução poder-se-ia propor um estudo prospectivo, com realização simultânea ou muito próxima dos dois métodos de imagem. Entretanto, a demanda de tempo necessário para seleção de pacientes seria por demais longa, tendo por base os pacientes que compuseram nossa casuística, mesmo sendo nossa instituição referência no diagnóstico e tratamento de BO. Mais uma vez, consideramos que tais limitações

---

devam ser consideradas na interpretação dos resultados, mas acreditamos que não inviabilizam as conclusões efetuadas, sendo valorizados os resultados e suas aplicações clínicas.

Concluindo, observou-se correlação inversa, moderada a forte, entre o escore tomográfico de quantificação de alçaponamento aéreo e os volumes e fluxos obtidos através de manobras expiratórias forçadas a partir de volumes elevados, particularmente FEF 50%, FEF 75%, FEF 85%, FEF 25 75% e VEF 0,5. Tal correlação também foi encontrada entre o escore de bronquiectasia e FEF 50%. Estes achados permitem inferir que a tomografia computadorizada de alta resolução também apresenta correlação significativa com provas de função pulmonar adaptadas para crianças menores de cinco anos, portadoras de BO, a exemplo do que já foi demonstrado em adultos. Também foi possível estabelecer aferições indiretas estimadas da função pulmonar (FEF 50%, FEF 75%, FEF 85%, FEF 25 75%) nestes pacientes, através de um modelo matemático, partindo do escore de alçaponamento aéreo, o que pode ser de utilidade clínica em situações em que estas provas de função pulmonar não estão disponíveis. Em nosso estudo, os achados de imagem mais frequentes, em ordem crescente foram alçaponamento aéreo expiratório, bronquiectasias, atelectasias subsegmentares, nódulos centrolobulares, opacidades em “árvore em brotamento”, atelectasias segmentares e lobares. Os autores sugerem investigação mais aprofundada a respeito do benefício de aquisições adicionais em decúbito ventral nos exames de tomografia computadorizada em pacientes pediátricos com BO, visando reduzir a dose de radiação ionizante atribuída a esta faixa etária de maior risco.

---

***Referências Bibliográficas***

1. Rubin AS, Palombini BC, Miorin MC. Doenças Intersticiais. In: Correa LC. *Conduas em Pneumologia*. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. p541-2.
  2. Teper A, Fischer GB, Jones MH. Seqüelas respiratórias de doenças virais: do diagnóstico ao tratamento. *J Pediatr* 2002; 78 (Supl.2): S187-94.
  3. Myers JL, Colby TV. Pathologic manifestations of bronchiolitis, constrictive bronchiolitis, cryptogenic organizing pneumonia and diffuse panbronchiolitis. *Clin Chest Med* 1993; 14:611-22.
  4. Colby TV. Bronchiolitis. Pathologic considerations. *Am J Clin Pathol*. 1998 Jan;109(1):101-9.
  5. Mauad T, Dolhnikoff M. Histology of childhood bronchiolitis obliterans. *Pediatr Pulmonol* 2002; 33:466-74.
  6. Kim CK, Kim SW, Kim JS, Koh YY, Cohen AH, Deterding RR, White CW. Bronchiolitis obliterans in the 1990s in Korea and the United States. *Chest*. 2001 Oct;120(4):1101-6.
  7. Chan PW, Muridan R, Debruyne JA. Bronchiolitis obliterans in children: clinical profile and diagnosis. *Respirology*. 2000 Dec;5(4):369-75.
  8. Wenman WM, Pagtakhan RD, Reed MH, Chernick V, Albritton W. Adenovirus bronchiolitis in Manitoba: epidemiologic, clinical, and radiologic features. *Chest*. 1982 May;81(5):605-9.
  9. Hardy KA, Schidlow DV, Zaeri N. Obliterative bronchiolitis in children. *Chest*. 1988 Mar;93(3):460-6.
-

10. Zhang L, Irion K, Kozakewich H, Reid L, Camargo JJ, da Silva Porto N, Abreu e Silva FA. Clinical course of postinfectious bronchiolitis obliterans. *Pediatr Pulmonol.* 2000 May;29(5):341-50.
  11. Hardy KA. Obliterative Bronchiolitis. In: Hilman BC, editor. *Pediatric Respiratory Disease: diagnosis and treatment.* Philadelphia: Saunders; 1993.p.218-21.
  12. Fischer GB, Mocelin HT. Bronquiolite obliterante – seqüelas de bronquiolite. In: Rozov T, editor. *Doenças Pulmonares em Pediatria. Diagnóstico e Tratamento.* São Paulo: Atheneu; 1999. p.199-204.
  13. Lynch DA, Brasch RC, Hardy KA, Webb WR. Pediatric pulmonary disease: assessment with high-resolution ultrafast CT. *Radiology.* 1990 Jul;176(1):243-8.
  14. Zhang L, Irion K, da Silva Porto N, Abreu e Silva F. High-resolution computed tomography in pediatric patients with postinfectious bronchiolitis obliterans. *J Thorac Imaging.* 1999 Apr;14(2):85-9.
  15. Siegel MJ, Bhalla S, Gutierrez FE, et al. Post-lung transplantation bronchiolitis obliterans syndrome: usefulness of expiratory thin-section CT for diagnosis. *Radiology* 2001; 220: 445-62.
  16. Bhalla M, Turcios N, Aponte V. Cystic fibrosis: scoring system with thin-section CT. *Radiology* 1991; 179: 783-8.
  17. Jones MH. Manobras expiratórias forçadas em lactentes. *J Pneumol* 2002. 28 (Supl 3): S 222-32.
  18. Jones MH, Castile R, Davis S. Forced expiratory flows and volumes in infants – normative data and lung growth. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161:353-9.
-

- 
19. Von Mutius E. Paediatric origins of adult lung disease. *Thorax* 2001; 56: 153-7.
  20. Sly PD, Tepper R, Henschen M, Gappa M, Stocks J. Tidal forced expirations. ERS/ATS Task Force on Standards for Infant Respiratory Function Testing. European Respiratory Society / American Thoracic Society. *Eur Respir J* 2000; 16: 731-40.
  21. The raised volume rapid thoracoabdominal compression technique. The Joint American Thoracic Society / European Respiratory Society Working Group on Infant Lung Function. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 1760-2.
  22. Hansell MD, Rubens MB, Padley SP, Wells AU. Obliterative bronchiolitis: individual CT signs of small airways disease and functional correlation. *Radiology* 1997; 203: 721-6.
  23. Roberts HR, Wells AU, Milne DG, et al. Airflow obstruction in bronchiectasis: correlation between computed tomography features and pulmonary function tests. *Thorax* 2000; 55: 198-204.
  24. Arakawa H, Webb WR. Air trapping on expiratory high-resolution CT scans in the absence of inspiratory scan abnormalities: correlation with pulmonary function tests and differential diagnosis. *AJR Am J Roentgen* 1998; 170: 1349-53.
  25. Khong PL, Lee SL, Au WY, et al. Beta-thalassemia major: thin-section CT features and correlation with pulmonary function and iron overload. *Radiology* 2003; 229: 507-12.
  26. Vikgren J, Bake B, Ekberg-Jansson A, et al. Value of air trapping in detection of small airways disease in smokers. *Acta Radiologica* 2003; 44: 517-24.
-

- 
27. Verschakalen JÁ, Scheinbaum K, Bogaert J et al. Expiratory CT in cigarette smokers: correlation between areas of decreased lung attenuation, pulmonary function tests and smoking history. *Eur Radiol* 1998; 8: 1391-9.
  28. Yang CF, Wu MT, Chiang AA, et al. Correlation of high-resolution CT and pulmonary function in bronchiolitis obliterans: a study based on 24 patients associated with consumption of *Sauropus androgynus*. *AJR Am J Roentgen* 1997; 168: 1045-50.
  29. Zhang L, Irion K, da Silva Porto N, Abreu e Silva F. High-resolution computed tomography in pediatric patients with postinfectious bronchiolitis obliterans. *J Thorac Imaging*. 1999 Apr;14(2):85-9.
  30. Padley SP, Adler BD, Hansell DM, et al. Bronchiolitis obliterans: high resolution CT findings and correlation with pulmonary function tests. *Clin Radiol* 1993; 47: 236-40.
  31. Webb RN, Müller NL, Naidich D. Doenças das vias aéreas. In: Webb RN, Müller NL, Naidich D. ed. *TC de alta resolução do pulmão*. Philadelphia: Lippicott WW; 2001. p 445-516.
-

---

## **CAPÍTULO IV**

## **CONCLUSÕES**

---

## CONCLUSÕES

A) Há correlação inversa, moderada a forte, entre o escore tomográfico de quantificação de alçaponamento aéreo e os volumes e fluxos obtidos através de manobras expiratórias forçadas a partir de volumes elevados, particularmente FEF 50%, FEF 75%, FEF 85%, FEF 25-75% e VEF 0,5. Tal correlação também foi encontrada entre o escore de bronquiectasia e FEF 50%.

B) Com base nos valores do escore tomográfico de alçaponamento aéreo é possível estabelecer aferições indiretas estimadas da função pulmonar nestes pacientes, (FEF 50%, FEF 75%, FEF 85%, FEF 25 75%).

C) Os achados tomográficos mais freqüentemente encontrados nos nossos pacientes com bronquiolite obliterante, em ordem crescente foram alçaponamento aéreo

---

expiratório, bronquiectasias, atelectasias subsegmentares, nódulos centrolobulares, opacidades em “árvore em brotamento”, atelectasias segmentares e lobares.

D) As atelectasias identificadas na maioria dos pacientes à tomografia computadorizada persistiram a despeito da mudança de decúbito.

---

---

## **CAPÍTULO V**

### **PERSPECTIVAS**

---

## **PERSPECTIVAS**

Em função dos achados inesperados referentes à persistência das atelectasias nos pacientes, tanto nas aquisições realizadas em decúbito ventral, quanto dorsal, a despeito do pequeno número de pacientes em nosso estudo, os autores sentem-se motivados a pesquisar de maneira mais aprofundada a validade desta técnica de exame. A expansão da análise para outras patologias além da bronquiolite obliterante, pode levar à abolição da aquisição de imagens em decúbito ventral, com o objetivo de reduzir a dose de radiação ionizante em pacientes pediátricos.

Além disso, os resultados obtidos com a correlação dos escores tomográficos com as provas de função pulmonar encorajam à incorporação desta informação na rotina clínica na interpretação de exames tomográficos pediátricos, adicionando, portanto, informação relevante.

---

---

## **ANEXOS**

---

## ANEXO 1- FICHA DE CÁLCULO DOS ESCORES TOMOGRÁFICOS

**NOME:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**NASCIMENTO:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**REGISTRO:** \_\_\_\_\_

**NÚMERO:** \_\_\_\_\_

**EXAME NÚMERO:** \_\_\_\_\_

**ESCORE DE****ALÇAPONAMENTO****0 - ausência alçaponamento****1 - <33%****2 - 33-66%****3 - >66%**

A) PULMÃO DIREITO:

LSD: \_\_\_\_\_

LM: \_\_\_\_\_

LID: \_\_\_\_\_

B) PULMÃO ESQUERDO:

LSE: \_\_\_\_\_

LING: \_\_\_\_\_

LIE: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE SEGMENTOS

ESTUDADOS: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE SEGMENTOS COM

ATELECTASIA: \_\_\_\_\_

ESCORE FINAL \_\_\_\_\_

**ESCORE DE BRONQUIECTASIA****0 - ausência bronquiectasia****1 - <5mm****2 - 5-10mm****3 - >10mm**

C) PULMÃO DIREITO:

LSD: \_\_\_\_\_

LM: \_\_\_\_\_

LID: \_\_\_\_\_

D) PULMÃO ESQUERDO:

LSE: \_\_\_\_\_

LING: \_\_\_\_\_

LIE: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE SEGMENTOS

ESTUDADOS: \_\_\_\_\_

NÚMERO DE SEGMENTOS COM

ATELECTASIA: \_\_\_\_\_

ESCORE FINAL: \_\_\_\_\_

ESPESSAMENTO DE PAREDES BRÔNQUICAS: _____
NÓDULOS CENTRILOBULARES: _____
ATELECTASIAS LOBARES: _____
ATELECTASIAS SEGMENTARES: _____
ATELECTASIAS SUBSEGMENTARES: _____
ÁRVORE EM BROTAMENTO: _____

**APÊNDICE**

---

Banco de dados disponibilizado em mídia digital (CD).

---