



FACULDADE DE  
**MEDICINA**  
LISBOA

# **TRABALHO FINAL**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA**

---

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

### **O Nariz do Recém-Nascido**

Maira Vasconcelos Caires

---

**MAIO'2020**



FACULDADE DE  
**MEDICINA**  
LISBOA

# **TRABALHO FINAL**

## **MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA**

---

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

## **O Nariz do Recém-Nascido**

Maira Vasconcelos Caires

**Orientado por:**

Dr. Diogo Miguel Gouveia Tomé

---

**MAIO'2020**

## Resumo

O nariz é a porta de entrada do trato respiratório permitindo a comunicação entre o meio externo e o meio interno. A sua estrutura, fisiologia e histologia são bem conhecidas no adulto. No entanto, o mesmo não se aplica ao nariz de um recém-nascido que não pode ser considerado como uma simples miniatura do nariz do adulto.

As cavidades nasais neonatais têm dimensões inferiores, uma morfologia mais simples, estão em constantes remodelações e são responsáveis pelo crescimento da face superior. Nesta faixa etária, o nariz apresenta um papel de especial relevo uma vez que durante os primeiros anos de vida os bebês são respiradores nasais obrigatórios.

Este trabalho apresenta uma revisão da anatomia, fisiologia e histologia do nariz do recém-nascido. Abordam-se também as principais funções do nariz e a razão pela qual os bebês são respiradores nasais obrigatórios.

Palavras-Chave: Nariz, recém-nascido, anatomia, fisiologia, histologia

## Abstract

The nose is the entry to the upper respiratory tract, which allows the communication between the external and internal environments. Its structure, physiology and histology, are well known in adults. However, this does not apply to the nose of a newborn child whose nose can't be considered as being a miniature of an adult's nose.

The neonatal nasal cavities have inferior dimensions, a simpler morphology, are constantly renovating and are responsible for the upper part of the face development. In this age bracket, the nose has a major role, given that during their first years of life, babies are imperative nasal breathers.

This work presents a review of the anatomy, physiology and histology of the nose of a new-born child. Also addressing the main functions of the nose and the reason why babies are imperative nasal breathers.

Key-words: Nose, new-born, anatomy, physiology, histology

O Trabalho Final exprime a opinião do autor e não da FML.

## Índice

Resumo .....	3
Abstract.....	3
Introdução.....	6
Anatomia do Nariz.....	8
Nariz Interno.....	8
Parede Lateral .....	8
Seios Paranasais.....	9
Septo Nasal.....	10
Fossas Nasais.....	12
Nariz externo: .....	13
Fisiologia .....	15
Histologia .....	18
Conclusão .....	19
Agradecimentos .....	20
Bibliografia.....	21

## Introdução

O período neonatal começa no nascimento e inclui o primeiro mês de vida.<sup>1</sup> Durante o primeiro ano de vida existe um constante crescimento e desenvolvimento da criança.<sup>2</sup> O crescimento diz respeito ao aumento de dimensões e de massa, o desenvolvimento a uma maior aproximação às características do adulto.<sup>2</sup>

O nariz está localizado na parte central da face, faz parte da constituição das vias aéreas superiores e durante os primeiros meses de vida é a única porta de entrada do ar.<sup>1,3,4</sup>

Para além de ser o órgão responsável pelo sentido do olfato, o nariz tem como principais funções o acondicionamento e regulação do fluxo de ar, filtração de partículas e proteção imunológica.<sup>5-8</sup>

Aos vinte e oito dias de gestação, a face começa a desenvolver-se a partir de cinco proeminências: dois processos maxilares, dois processos maxilares e o processo fronto-nasal.<sup>5,9-12</sup>

É o processo fronto-nasal que originará o nariz.<sup>5,9-12</sup>

Neste processo, por volta das cinco semanas gestacionais, formam-se os placóides nasais. A depressão central que ocorre nos placóides divide cada um em duas proeminências designadas processo nasal lateral e medial. Os processos nasais mediais vão fundir-se na linha média e originar a parte central do lábio superior, o processo premaxilar e o septo nasal primitivo. A depressão central formará a cavidade nasal primitiva separada da cavidade oral pela membrana oro-nasal.<sup>5,9-12</sup>

Os processos maxilares movem-se medialmente fundindo-se com os processos nasais mediais e também com os processos nasais laterais. Este processo fica completo por volta das dez semanas de gestação e origina o palato primitivo.<sup>5,9-12</sup>

A extensão posterior das cavidades nasais torna a membrana oro-nasal cada vez mais fina até que esta rompe por volta da sétima semana gestacional, formando as coanas primitivas que só atingirão a sua posição final após o desenvolvimento do palato definitivo.<sup>5,9-12</sup>

Durante o terceiro mês fetal forma-se a cápsula primitiva nasal, uma estrutura cartilaginosa que originará todas as estruturas ósseas e cartilaginosas nasais e paranasais.<sup>5,9-12</sup>

Aos seis meses gestacionais ocorre a diferenciação da cápsula nasal nas cartilagens alares, nasais laterais e septal. Grande parte da porção posterior da cápsula irá ossificar e formar o etmóide e as paredes laterais formarão os ossos nasais e o maxilar.<sup>5,9-12</sup>

A ossificação e absorção da cápsula nasal começa no período fetal e prolonga-se até a idade adulta. As cartilagens externas do nariz e o septo cartilágneo são resquícios que permanecem desta cápsula.<sup>5,9-12</sup>

O desenvolvimento embriológico do nariz é um processo complexo que se continua durante a vida. Contudo é nos primeiros anos de vida que se verificará um maior desenvolvimento e crescimento nasal.<sup>5,10,11,13-16</sup>

O principal objetivo deste trabalho é apresentar uma breve revisão da anatomia, fisiologia e histologia do nariz do recém-nascido.

## Anatomia do Nariz

O nariz pode ser dividido anatomicamente numa parte externa e numa parte interna.<sup>10,17</sup>

### Nariz Interno

O nariz interno é constituído por duas paredes laterais e um septo nasal, formando assim duas fossas ou cavidades nasais.<sup>17-19</sup>

A razão cartilagem-osso no nariz infantil é muito superior à do adulto.<sup>11,14,20,21</sup>

### Parede Lateral

Na parede lateral, aquando o nascimento, é possível verificar a existência de cinco cornetos nasais. Ao longo do desenvolvimento do recém-nascido, estes acabam por se fundir e desaparecer, restando, habitualmente, apenas três cornetos nasais e respetivos meatos nasais na idade adulta.<sup>10,12</sup>

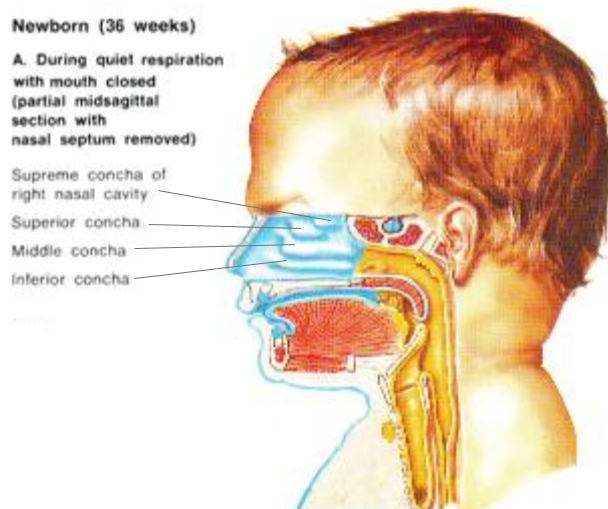


Figura 1 - Parede lateral direita da cavidade nasal de um bebé com 36 semanas. Adaptado de: Crelin ES, Roberts RH. *Development of the Upper Respiratory System*. Vol 28. CIBA Pharmaceutical Company; 1976.<sup>12</sup>

Superior e posteriormente ao corneto superior encontra-se o recesso esfenoidal com o orifício do seio esfenoidal.<sup>10,17,18</sup>

O meato superior contém os orifícios dos seios etmoidais posteriores.

O orifício do canal naso-lacrimal situa-se no meato inferior.<sup>10,17,18</sup>

No meato médio do recém-nascido é possível encontrar várias proeminências e sulcos que rapidamente coalescem e desaparecem ficando apenas o processo uncinado, a bula etmoidal e o infundíbulo etmoidal. A partir do infundíbulo irão desenvolver-se o seio maxilar e vários seios etmoidais. O seio frontal pode formar-se pela extensão superior do infundíbulo ou a partir de um sulco acima do infundíbulo. O contínuo crescimento da bula etmoidal e do processo uncinato irá formar o hiato semilunar, permitindo a comunicação do infundíbulo com a cavidade nasal.<sup>10</sup>

### Seios Paranasais

No nascimento, os seios paranasais apresentam-se inicialmente como pequenos divertículos na parede lateral.<sup>5,12</sup>

As células ou seios etmoidais são inúmeras, variando entre três a dezoito, sendo divididas em três grupos: anterior, médio e posterior. O grupo anterior situa-se na parede do meato médio, enquanto o grupo posterior na do meato superior.<sup>10,12</sup> Tal como descrito anteriormente, cada grupo tem uma abertura comum para a cavidade nasal.<sup>12</sup>

O seio maxilar, tal como mencionado anteriormente, desenvolve-se a partir da invaginação do infundíbulo, começando a estender-se lateralmente após o primeiro ano de vida.<sup>10</sup> No recém-nascido mede cerca de oito milímetros de profundidade, três milímetros de altura e um pouco mais de quatro milímetros em largura.<sup>5,10</sup> O crescimento deste seio acompanha o crescimento facial.<sup>5,10,22</sup>

Os seios frontais têm várias origens. Podem desenvolver-se inicialmente a partir das células etmoidais anteriores, pela extensão superior do infundíbulo ou por uma invaginação nesta zona.<sup>10</sup> Inicialmente são apenas pequenos divertículos, que irão invadir a porção vertical do osso frontal apenas após os dois anos de idade.<sup>12,19</sup> Caso o

seio frontal seja apenas uma extensão do infundíbulo, existirá uma comunicação direta entre o seio e a cavidade nasal através do hiato semilunar. Nos outros dois casos há a formação de um ducto que terá o seu orifício no infundíbulo.<sup>10</sup>

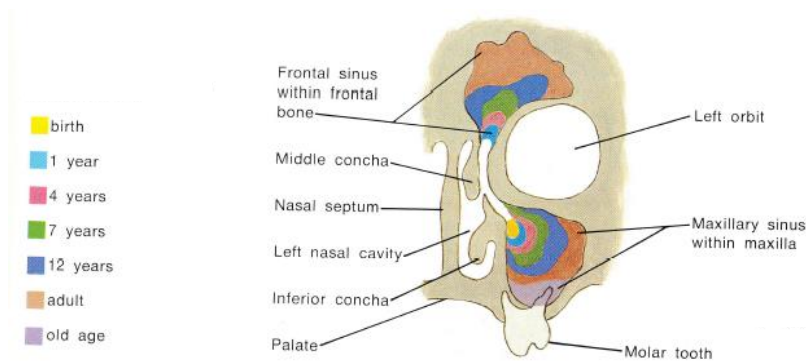


Figura 2 - Crescimento dos seios maxilar e frontal. Adaptado de: Netter FH. *Atlas of human anatomy*. ELSEVIER; 2011.<sup>23</sup>

Os seios esfenoidais desenvolvem-se na parte anterior do corpo do esfenóide. São constituídos por uma cápsula óssea extremamente fina em continuidade com a cápsula óssea das células etmoidais posteriores. Só alguns anos depois do nascimento é que este pequeno divertículo começa a estender-se e a invadir o osso esfenoidal.<sup>10,12</sup>

O principal objetivo dos seios paranasais é tornar o crânio mais leve.<sup>12</sup>

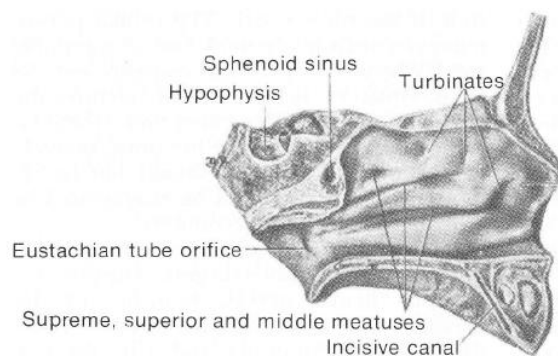


Figura 3 - Parede lateral esquerda da cavidade nasal de uma criança com 8 anos, evidenciando o seio esfenoidal. Adaptado de: Fairbanks DNF. *Embryology and Anatomy*. Em: *Pediatric Otolaryngology*. W. B. Saunders Company; 1983:647-678.<sup>10</sup>

## Septo Nasal

O parte cartilágnea do septo nasal é constituída pela cartilagem septal, cartilagem vomero-nasal e pela cartilagem major alar (medial crura).<sup>10,17,18</sup> A cartilagem septal é um quadrilátero com uma extensão posterior designada processo esfenoideal.<sup>10,13</sup>

O septo ósseo constitui a parte posterior do septo, que num adulto é composta pelo vómer em continuidade com a lâmina vertical do etmóide.<sup>8</sup>

Numa criança o processo esfenoideal começa por estar diretamente conectado ao osso esfenoideal separando completamente o vómer da lâmina vertical. À medida que a criança cresce, dá-se a fusão posterior destes dois ossos, que ao estender-se anteriormente acaba por absorver o processo esfenoideal.<sup>10,13,15,20</sup>

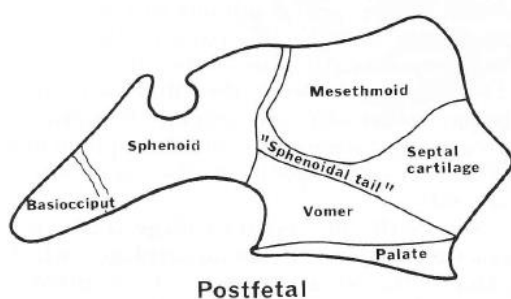


Figura 4 - Septo nasal durante período neonatal. Adaptado de: Fairbanks DNF. Embryology and Anatomy. Em: *Pediatric Otolaryngology*. W. B. Saunders Company; 1983:647-678.<sup>10</sup>

A ossificação da lâmina vertical do etmóide começa no quinto mês gestacional, irá continuar até aos dezassete anos de idade e corresponde à substituição da cartilagem espessa infantil por tecido ósseo fino numa direção ventrocaudal.<sup>10,11,15,20</sup> Superiormente, a lâmina vertical articula com a placa cribriforme, uma estrutura fibrosa cuja ossificação apenas ocorre aos três anos de idade.<sup>10</sup> É na placa cribriforme que se localiza a área olfativa.<sup>12,17,18</sup>

O vómer desenvolve-se, não pela ossificação da cartilagem, mas da membrana de tecido conectivo em cada lado da cartilagem septal, processo que dura até a idade adulta.<sup>10,15,24</sup> A ligação posterior do vómer com o palato é frágil nesta fase neonatal.<sup>24,25</sup>

De salientar que qualquer irregularidade no crescimento das várias partes que compõem o septo resultará em saliências e pequenas deformidades da parede septal.<sup>10,20</sup>

A cartilagem septal prolonga-se anteriormente, entre as cartilagens alares, até um centímetro da ponta. Superiormente, esta estende-se pelas cartilagens laterais.<sup>2,10,17,18</sup>

Esta união entre as cartilagens laterais e o septo forma uma estrutura em forma de T que é responsável pelo suporte do nariz.<sup>11,25</sup>

O septo membranoso, ou móvel, é constituído por pele e tecido subcutâneo e situa-se anteriormente à cartilagem septal.<sup>10,17,18</sup>

O crescimento do septo nasal é de extrema importância pois será um dos principais responsáveis pelo crescimento da face superior.<sup>10,13,14,24,26</sup> Existem duas grandes áreas de crescimento: zona eseno-dorsal (do septo esfenóide ao dorso nasal) e a zona eseno-espinhal (do esfenóide até à espinha nasal anterior do frontal). A primeira é responsável pelo crescimento em comprimento e altura do dorso nasal, a segunda pelo crescimento do premaxilar.<sup>13,16,20</sup> Estas áreas de crescimento são mais espessas que as restantes, havendo uma variação entre os 0,4 e os 3,5mm no diâmetro transversal do septo.<sup>11,20,25</sup>

O septo cartilágneo tem o seu máximo crescimento até aos dois anos.<sup>13,16,20</sup> Após este período o desenvolvimento deve-se a um balanço entre a formação e destruição de cartilagem por ossificação endocondral e por uma constante remodelação e movimentação do mesmo para uma posição mais anterior.<sup>15,20</sup>

### Fossas Nasais

Num recém-nascido, a parte etmoidal da fossa nasal é o dobro da parte maxilar, apenas adquirindo proporções semelhantes aquando a finalização da dentição definitiva.<sup>4,10</sup> A largura das fossas nasais também aumenta com a idade, sendo que este aumento é mais rápido na parte anterior e posterior da fossa do que na parte média.<sup>4,27</sup> Uma das justificações é o rápido aumento da mucosa do corneto inferior durante os primeiros meses de vida.<sup>27</sup>

O bordo inferior das fossas nasais está praticamente ao nível do bordo inferior da órbita, ao contrário do adulto que localiza-se marcadamente inferior.<sup>2,10</sup>

As fossas nasais vão comunicar posteriormente com a nasofaringe através das coanas.<sup>5,6,10,17-19</sup> Estas são formadas anterior e inferiormente pelo osso palatino, superior

e posteriormente pela lâmina média do processo pterigoideu do esfenóide e são divididas medialmente pelo vómer.<sup>17,18</sup>



Figura 5 – Fotografia das fossas nasais de um crânio de recém-nascido pertencente à coleção museológica da Clínica Universitária de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina de Lisboa.

### Nariz externo:

O nariz possui a forma de uma pirâmide e é constituído pelos ossos nasais, por quatro cartilagens major (duas cartilagens laterais e duas cartilagens alares) e um número variado de cartilagens minor acessórias.<sup>8,10,17,18,28</sup>

Os ossos nasais no recém-nascido são fibrosos e cobrem as cartilagens laterais que estão diretamente ligadas à parte anterior do crânio.<sup>10,11,13,20</sup> Com o crescimento da criança e a ossificação da placa cribiforme, as cartilagens laterais migram anteriormente.<sup>13</sup>

As cartilagens alares circundam parcialmente a parte anterior das narinas dando estrutura e suporte.<sup>10,25</sup> A restante narina é composta por tecido fibroso.<sup>10</sup>

À nascença, as narinas têm uma forma arredondada<sup>2,11,29</sup> medindo cerca de cinco a sete milímetros verticalmente e sete a oito milímetros horizontalmente.<sup>10,30</sup> Apesar de duplicarem de tamanho após os seis meses, a sua forma mantém-se constante até à puberdade onde adquirem forma oval, ou em pera, por aumento do diâmetro vertical.<sup>2,10,28,29</sup> A etnicidade da criança, além da idade, também afeta a forma das narinas.<sup>26,31</sup> O crescimento nasal é feito por surtos sendo os seus picos aos 2, 6, 7 anos e

a partir da puberdade até aos vinte anos.<sup>10</sup> Atinge o dobro do comprimento de nascença aos sete anos e o triplo aos quatorze anos.<sup>10</sup>

Existem várias diferenças na aparência do nariz infantil. A ponta do nariz é aplanada e ligeiramente elevada o que torna o ângulo naso-labial mais obtuso.<sup>11,14</sup> A columela, isto é, a porção que liga a ponta do nariz à sua base<sup>32</sup>, é muito reduzida assim como o comprimento do dorso.<sup>11</sup> Isto faz com que o dorso e da ponta do nariz na idade pediátrica seja muito menos projetado.<sup>11,14</sup>

A pele e o tecido mole que cobrem o nariz têm uma percentagem superior em gordura e são regra geral mais espessos.<sup>11</sup>

## Fisiologia

Fisiologicamente podemos dividir o nariz em vestíbulo nasal, parte respiratória e parte olfativa.<sup>6,8,26,29,33,34</sup>

O vestíbulo nasal diz respeito à área dilatada na abertura das narinas e corresponde à primeira porção do trato respiratório, encontrando-se em contacto com o meio exterior.<sup>6,8,26,34</sup>

A parte respiratória localiza-se posteriormente ao vestíbulo nasal e corresponde à maior parte da cavidade nasal, excluindo a área olfativa que se localiza superiormente na cavidade nasal.<sup>6,8,34</sup> Nesta podemos encontrar os cornetos nasais e o septo nasal responsáveis pelo aumento da área de superfície total da mucosa. Isto permite que o ar inspirado seja aquecido e humidificado.<sup>6,8,12</sup> Os cornetos também causam turbulência à passagem das partículas do ar que acabam por ficar presas no muco produzido pela mucosa nasal.<sup>6-8,12</sup> No recém nascido esta zona é muito mais pequena e morfologicamente mais simples.<sup>29</sup>

Na transição entre o vestíbulo e a parte respiratória, anteriormente ao corneto nasal inferior, existe um estreitamento designado válvula nasal.<sup>6,8,26,33</sup> A distância das narinas à válvula nasal é de cerca de oito milímetros, sendo que a área transversal da válvula mede cerca de quarenta e dois milímetros quadrados.<sup>29</sup> Estes valores são muito inferiores aos dos adultos, sendo que a partir dos três ou cinco anos de idade irão aproximar-se desses valores.<sup>29</sup>

O volume total da via aérea nasal é de cerca de 6,4% e a sua superfície 22,7%, em comparação com a do adulto.<sup>29,35</sup>

A resistência da respiração nasal é superior no recém nascido e diminui com a idade, principalmente no primeiro ano de vida.<sup>19,29,36,37</sup> Comparando a resistência nasal com a resistência da restante via aérea, esta corresponde a 49% da resistência total das vias aéreas.<sup>29</sup>

Os bebés são respiradores nasais obrigatórios devido às diferentes características que a sua faringe e laringe apresentam nesta faixa etária.<sup>3,12</sup>

Num recém-nascido, a laringe está localizada superiormente de modo a que a epiglote encerre totalmente sobre o palato mole, permitindo uma comunicação isolada da nasofaringe com a laringe.<sup>3,12,30</sup>

Durante a amamentação, o leite passa lateralmente à laringe elevada através dos istmos fauciais até ao esófago.<sup>3,12,30</sup>

Este mecanismo permite a separação do trato olfato-respiratório da cavidade oral, possibilitando a respiração e amamentação simultânea.<sup>3,12,30</sup>

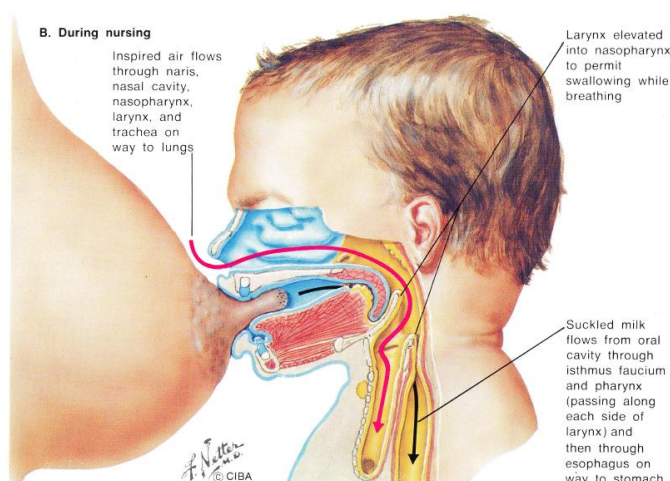


Figura 6- Trato respiratório e digestivo num bebé com 36 semanas. Adaptado de: Crelin ES, Roberts RH. *Development of the Upper Respiratory System*. Vol 28. CIBA Pharmaceutical Company; 1976.<sup>12</sup>

O nariz, além de ser responsável pelo sentido do olfato,<sup>7,12,17</sup> tem como principais funções:

- Regulação do fluxo de ar através do ciclo nasal e das estruturas das fossas nasais que direcionam, fracionam e modificam a velocidade e padrão do fluxo do ar.<sup>6,8,33,38,39</sup>
- Acondicionamento do fluxo pela regulação da temperatura e da humidade do ar,<sup>5-8,38,40</sup>
- Filtração do ar e deposição de partículas não só pela existência de uma camada de muco que recobre toda a mucosa nasal, mas também pelo fluxo turbulento do ar.<sup>5-8,39,40</sup>

- Proteção imunológica conferida pela existência de muco nasal contendo imunoglobulinas e proteínas antimicrobianas,<sup>6-8</sup> assim como células M que incorporam os antígenos e células dendríticas que os apresentam aos linfócitos T CD 4+.<sup>6,41</sup>

## Histologia

Na parte anterior das narinas, também designada vestíbulo, o epitélio da mucosa é pavimentoso estratificado com folículos pilosos.<sup>7,8,12,17,38</sup> Pode apresentar algumas glândulas sebáceas.<sup>34</sup>

A restante cavidade nasal, com exceção da área olfativa, é revestida por mucosa respiratória composta por epitélio pseudoestratificado colunar ciliado, contendo cinco tipos de células: células ciliadas, caliciformes, em escova, de Kulchitsky (neuroendócrinas) e basais.<sup>7,8,12,17,34,38,41</sup> Estudos indicam que existe uma maior proporção de células caliciformes produtoras de muco no recém nascido comparado com um ano de idade.<sup>42</sup> A lâmina própria, constituída por tecido conjuntivo, está firmemente ligada ao perióstio e pericôndrio adjacentes.<sup>34</sup>

Os seios paranasais são igualmente constituídos por mucosa respiratória.<sup>12</sup>

A área olfativa é revestida por epitélio olfativo pseudoestratificado, com glândulas olfativas de Bowman e neurónios olfativos.<sup>5,7,8,17,34</sup>

## Conclusão

O nariz do recém-nascido não pode ser considerado apenas como uma miniatura do nariz do adulto.

Uma das principais diferenças entre estas faixas etárias é a razão cartilagem-osso ser superior no recém-nascido.<sup>11,14,20,21</sup> A existência de cartilagem, em especial no septo cartilágneo, permite o crescimento e desenvolvimento do nariz através de dois centros de crescimento primário: eseno-dorsal e eseno-espinhal.<sup>13,16,20</sup> Consequentemente, podemos considerar o septo como o grande impulsor do crescimento da parte superior da face.<sup>10,13,14,24,26</sup>

A nível fisiológico salientam-se a grande diminuição do volume total e da superfície das cavidades nasais comparativamente ao adulto.<sup>29,35</sup> A respiração nasal neonatal é responsável por 49% da resistência total das vias aéreas, sendo que esta vai diminuindo ao longo do crescimento da criança.<sup>29</sup> As funções nasais fisiológicas não sofrem alterações desde o nascimento. No entanto, o papel do nariz neste período é de extrema importância visto a criança ser uma respiradora nasal obrigatório.<sup>3,12,30</sup> Esta respiração nasal mandatória é consequência da peculiar morfologia da laringe e faringe que permitem um isolamento entre o trato respiratória e o trato digestivo.<sup>3,12,30</sup>

Histologicamente o nariz do recém nascido e do adulto são muito semelhantes, apresentando apenas uma maior proporção de células caliciformes responsáveis pela produção de muco.<sup>42</sup>

Importa referir que as fontes bibliográficas acerca desta temática são escassas, pelo que urge mais estudos e trabalhos científicos nesta faixa etária.

## Agradecimentos

Ao Dr. Diogo Tomé e Prof. Óscar Dias, pela atenção e disponibilidade.

À Clínica Universitária de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina de Lisboa por ter autorizado fotografar e utilizar parte da sua coleção museológica.

A toda a minha família e ao meu namorado, pelo apoio e amor incondicional.

Aos amigos de sempre e para sempre.

## Bibliografia

1. Kliegman RM, Stanton BF, Schor NF, St. Geme III JW, Behrman RE. *Nelson Textbook of Pediatrics*. 19.<sup>a</sup> ed. ELSEVIER; 2011.
2. Stool SE. Postnatal craniofacial growth and development. Em: *Pediatric Otolaryngology*. Vol I. W. B. Saunders Company; 1983:18–31.
3. Bergeson PS, Shaw JC. Are Infants Really Obligatory Nasal Breathers? *Clin Pediatr (Phila)*. 2001;40(10):567–569. doi:10.1177/000992280104001006
4. Likus W, Bajor G, Gruszczyńska K, Baron J, Markowski J. Nasal Region Dimensions in Children: A CT Study and Clinical Implications. *Biomed Res Int*. 2014;2014:1–11. doi:10.1155/2014/125810
5. Pohunek P. Development, structure and function of the upper airways. *Paediatr Respir Rev*. 2004;5(1):2–8. doi:10.1016/j.prrv.2003.09.002
6. Caires D V. Fisiologia nasal e o exercício físico. 2018.
7. Mygind N, Dahl R. Anatomy, physiology and function of the nasal cavities in health and disease. *Adv Drug Deliv Rev*. 1998;29(1–2):3–12. doi:10.1016/S0169-409X(97)00058-6
8. Sahin-Yilmaz A, Naclerio RM. Anatomy and Physiology of the Upper Airway. *Proc Am Thorac Soc*. 2011;8(1):31–39. doi:10.1513/pats.201007-050RN
9. Jankowski R, Márquez S. Embryology of the nose: The evo-devo concept. *World J Otorhinolaryngol*. 2016;6(2):33–40. doi:10.5319/wjo.v6.i2.33
10. Fairbanks DNF. Embryology and Anatomy. Em: *Pediatric Otolaryngology*. W. B. Saunders Company; 1983:647–678.
11. Johnson MD. Management of Pediatric Nasal Surgery (Rhinoplasty). *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2017;25(2):211–221. doi:10.1016/j.fsc.2016.12.006
12. Crelin ES, Roberts RH. *Development of the Upper Respiratory System*. Vol 28. CIBA Pharmaceutical Company; 1976.

13. Bhuskute A, Sumiyoshi M, Senders C. Septorhinoplasty in the Pediatric Patient. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2016;24(3):245–253. doi:10.1016/j.fsc.2016.03.003
14. Gary CC. Pediatric nasal surgery. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;25(4):286–290. doi:10.1097/MOO.0000000000000378
15. Van Loosen J, Van Zanten GA, Howard C V., Verwoerd-Verhoef HL, Van Velzen D, Verwoerd CDA. Growth characteristics of the human nasal septum. *Rhinology.* 1996;34(2):78–82.
16. Gupta A, Svider PF, Rayess H, et al. Pediatric rhinoplasty: A discussion of perioperative considerations and systematic review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2017;92:11–16. doi:10.1016/j.ijporl.2016.10.027
17. Drake R, Vogl AW, Mitchell AWM. *Gray's Anatomy for Students.* 4.<sup>a</sup> ed. ELSEVIER HEALTH SCIENCES; 2019.
18. Pina JAE. *Anatomia Humana da Locomoção.* 5.<sup>a</sup> ed. Lidel; 2015.
19. Adewale L. Anatomy and assessment of the pediatric airway. *Paediatr Anaesth.* 2009;19(SUPPL. 1):1–8. doi:10.1111/j.1460-9592.2009.03012.x
20. Verwoerd CDA, Verwoerd-Verhoef HL. Rhinosurgery in children: developmental and surgical aspects of the growing nose. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol - head neck Surg.* 2010;9:1–29. doi:10.3205/cto000069
21. Stool SE, Mundell RD. Phylogenetic aspects and embryology. Em: *Pediatric Otolaryngology.* W. B. Saunders Company; 1983:3–17.
22. Przysłańska A, Kulczyk T, Rewekant A, et al. The association between maxillary sinus dimensions and midface parameters during human postnatal growth. *Biomed Res Int.* 2018;2018:1–10. doi:10.1155/2018/6391465
23. Netter FH. *Atlas of human anatomy.* ELSEVIER; 2011.
24. Melsen OB. Histological analysis of the postnatal development of the nasal septum. 1977;47(2):83–96.
25. Loosen J Van. Postnatal Development of the Human Nasal Septum and its

Related Structures . *Thesis*. 2000.

26. Cottle MH. The Structure and Function of the Nasal Vestibule. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg.* 1955;62(2):173–181. doi:10.1001/archotol.1955.03830020055011
27. Contencin P, Gumpert L, Sleiman J, Possel L, De Gaudemar I, Adamsbaum C. Nasal Fossae Dimensions in the Neonate and Young Infant. *Arch Otolaryngol Neck Surg.* 1999;125(7):777–781. doi:10.1001/archotol.125.7.777
28. Nicollas R, Gallucci A, Bellot-Samson V, Dégardin N, Bardot J. Le nez en croissance. *Ann Chir Plast Esthétique.* 2014;59(6):387–391. doi:10.1016/j.anplas.2014.08.001
29. Xi J, Si X, Zhou Y, Kim JW, Berlinski A. Growth of nasal and laryngeal airways in children: Implications in breathing and inhaled aerosol dynamics. *Respir Care.* 2014;59(2):263–273. doi:10.4187/respcare.02568
30. Tsui BCH. Physiological considerations related to the pediatric airway. *Can J Anesth.* 2011;58(5):476–477. doi:10.1007/s12630-011-9464-z
31. Ohki M, Naito K, Cole P. Dimensions and resistances of the human nose: racial differences. *Laryngoscope* 101. 1991;101(March):276–278. doi:10.1288/00005537-199103000-00009
32. Hennekam RCM, Cormier-Daire V, Hall JG, Méhes K, Patton M, Stevenson RE. Elements of morphology: Standard terminology for the nose and philtrum. *Am J Med Genet Part A.* 2009;149(1):61–76. doi:10.1002/ajmg.a.32600
33. Wever CC. The Nasal Airway: A Critical Review. *Facial Plast Surg.* 2016;32:17–21. doi:10.1055/s-0035-1570323
34. Ross MH, Pawlina W. *Histology. A text and atlas.* 6.<sup>a</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
35. Ertekin T, Değermenci M, Nisari M, Unur E, Coşkun A. Age-related changes of nasal cavity and conchae volumes and volume fractions in children: a stereological study. *Folia Morphol (Warsz).* 2016;75(1):38–47. doi:10.5603/FM.a2015.0078

36. Djupesland PG, Lyholm B. Changes in nasal airway dimensions in infancy. *Acta Otolaryngol.* 1998;118:852–858. doi:10.1080/00016489850182576
37. Polgar G, Kong GP. The nasal resistance of newborn infants. *J Pediatr.* 1965;67(4):557–567. doi:10.1016/S0022-3476(65)80425-5
38. Keck T, Lindemann J. Numerical simulation and nasal air-conditioning. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg.* 2010;9:1–19. doi:10.3205/cto000072
39. White DE, Bartley J, Nates RJ. Model demonstrates functional purpose of the nasal cycle. *Biomed Eng Online.* 2015;14:1–11. doi:10.1186/s12938-015-0034-4
40. Elad D, Wolf M, Keck T. Air-conditioning in the human nasal cavity. *Respir Physiol Neurobiol.* 2008;163:121–127. doi:10.1016/j.resp.2008.05.002
41. Kojima T, Go M, Takano KI, et al. Regulation of tight junctions in upper airway epithelium. *Biomed Res Int.* 2013;2013:1–11. doi:10.1155/2013/947072
42. Groves HE, Guo-Parke H, Broadbent L, Shields MD, Power UF. Characterisation of morphological differences in well-differentiated nasal epithelial cell cultures from preterm and term infants at birth and one-year. *PLoS One.* 2018;(December):1–14. doi:10.1371/journal.pone.0211611