

# CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE ESPÉCIES FÚNGICAS DO GÊNERO *BOLETUS* SP

Joane Marília Santana dos Santos<sup>1</sup>

Débora Joice S. Ferreira<sup>2</sup>

Felipe Mendes<sup>3</sup>

Marcelo Brito de Melo<sup>4</sup>

Ciências Biológicas



ISSN IMPRESSO 1980-1785

ISSN ELETRÔNICO 2316-3143

## RESUMO

O Reino Fungi está limitado aos eucariotos que formam propágulos resistentes que são os esporos fúngicos com paredes celulares quitinosas. O Filo Basidiomycota caracteriza-se por produzir basidiósporos, sendo também realizados estudos com base nos caracteres morfológicos e na sequência de DNA. O gênero *Boletus*, historicamente, tem sofrido para ser classificado, e os trabalhos atuais de Biologia molecular estão provocando importantes relações nas classificações da ordem Boletales. O objetivo deste trabalho foi de reunir informações do gênero *Boletus* sp., abrangendo aspectos e características das espécies. Por meio de revisão bibliográfica verificou-se o gênero com Subfilo Agaricomycotina, Classe Agaricomycetes, Subclasse Agaricomycetidae, Ordem Boletales e Família Boletaceae. O gênero possui diferentes espécies como *B. chrysenteron*, *B. pulcherrimus*, *B. pallidus*, *B. zelleri*, *B. mirabilis*, *B. reticulatus*, *B. frostii*, *B. roxanae*, *B. subvelutipes*, *B. pulverulentus*, *B. variipes*, *B. purpureus*, *B. satanás*, *B. luridus*, *B. frost*, *B. rhodoxanthus*, *B. aereus* e *B. edulis*. *B. reticulatus*. É considerado com importante potencial antioxidante pela maior concentração de tocoferóis. As espécies comestíveis apresentam metabolitos que podem ser incorporados na dieta como alimentos saudáveis. As espécies não comestíveis podem ser utilizadas para extração de compostos fenólicos e antioxidantes utilizados como aditivos naturais na indústria alimentar, em formulações cosméticas e farmacêuticas.

## PALAVRAS-CHAVE

Basidiomycetos. *Boletus* sp. Cogumelo. Reino Fungi.

## ABSTRACT

The Fungi Kingdom is limited to the eukaryotes that form chitinous resistant seedlings that are fungal spores with chitinous cell walls. The Phylum Basidiomycota is characterized by the production of basidiospores, also studies are being performed based on the morphological characters and on the rDNA sequence. The genus *Boletus*, historically, suffered to be classified, and the current work of molecular Biology are causing important relations in the classifications of the Boletales order. The objective of this study was to gather information of the genus *Boletus* sp. covering aspects and features of the species. Through literature review was necessary to realize that the genus was classified as Agaricomycotina Subphylum, Agaricomycetes Class, Agaricomycetidae Subclass, Boletales Order and Boletaceae Family. It can be observed that this genus has species as *B. chrysenteron*, *B. pulcherrimus*, *B. pallidus*, *B. zelleri*, *B. mirabilis*, *B. reticulatus*, *B. frostii*, *B. roxanae*, *B. subvelutipes*, *B. pulverulentus*, *B. variipes*, *B. purpureus*, *B. Satan*, *B. luridus*, *B. Frost*, *B. rhodoxanthus*, *B. aereus* and *B. edulis*. *B. reticulatus*. Considered with important antioxidant potential, is the one that has a higher concentration of tocopherols. Edible species have important metabolites that can be embedded directly in the diet as healthy foods. The non-edible species can be used for extraction of phenolic compounds and other antioxidants to be used as natural additives in the food industry or as constituents of cosmetic or pharmaceutical formulations.

## KEYWORDS

Basidiomycetos. *Boletus* sp. Kingdom Fungi. Mushrooms.

## 1 INTRODUÇÃO

O Reino Fungi está limitado aos eucariotos que formam propágulos quitinosos resistentes (esporos fúngicos) e paredes celulares quitinosas, e que não possuem undulipódios (são amastigotas ou imóveis) em todos os estágios do seu ciclo de vida. Das 1.500.000 espécies de fungos estimam-se que 60.000 espécies já foram descritas, a maioria terrestre (MARGULIS; SCHWARTZ, 2001). De acordo com Villas (2005) o Reino Fungi se adaptou de maneira muito variada às condições de cada lugar e isto fez com que ele pudesse ocupar sítios com características muito diferentes.

Margulis & Schwartz (2001) afirmam que devido aos fungos muitas vezes diferirem somente em características sutis, tais como detalhes da estrutura, dos pigmentos e de complexos compostos orgânicos, é provável que muitos ainda não tenham sido reconhecidos como espécies distintas e que estes foram tradicionalmente colocados com as plantas porque os esquemas de classificação anteriores os consideravam como um Sub-reino do Reino Plantae, contudo eles estão claramente mais próximos

dos animais do que das plantas, considerando que a quitina é o principal componente tanto das paredes celulares fúngicas quanto do exoesqueleto dos artrópodes.

Muitos destes fungos são Basidiomicetos, um grupo fúngico de difícil delimitação. Tradicionalmente possuem uma importante ordem, os *Aphyllophorales*, classificação mais recente citada por Alexopoulos (1996) com cerca de 1.200 espécies, mesmo este sendo um grupo artificial reúne uma grande diversidade de famílias, gêneros e espécies com grande importância ecológica e biotecnológica (LANDECKER, 1990; GOÉS-NETO, 1994; ALEXOPOULOS, 1996).

De tempos em tempos a maioria dos fungos forma um estágio sexual, incluindo estruturas reprodutivas denominadas gametângios, embora não possuam estágio embrionário e se desenvolvam diretamente de esporos. Todos os Basidiomicetos formam esporos em basídios, que são estruturas especializadas em forma de bastão, e suas estruturas reprodutivas são massas de hifas chamadas de basidiomata, que são tubos delgados divididos em células por paredes divisórias denominadas de septos (MARGULIS; SCHWARTZ, 2001).

Com base nos caracteres morfológicos e na sequência de DNAr, os *Basidiomycetes* distribuem-se em três classes: *Hymenomycetes* onde estão inseridas as ordens *Ágaricales* e *Aphyllophorales*, *Ustilaginomycetes* e *Urediniomycetes* (ALEXOPOULOS ET AL. 1996). Estima-se que existam aproximadamente 30.000 espécies já descritas de basidiomicetos, o que corresponderia a algo em torno de 37% dos fungos verdadeiros (KIRK ET AL., 2001). Swaby (2012), afirma que os membros deste filo também tem papel preponderante como decompositores sendo fundamentais para ciclagem de nutrientes.

A grande maioria das espécies de *Basidiomycota* são aproximadamente 98% das espécies de *Agaricomycotina* classificadas como *Agaricomycetes*. E este compreende todos os Basidiomycotas que formam basidiomas, com himênio definido (HIBBETT ET AL., 2007). Os Basidiomicetos são mais popularmente conhecidos como cogumelos e orelhas-de-pau.

O ciclo de vida dos *Basidiomycetes* apresenta o encontro de duas hifas haplóides que passam por plasmogamia e originam o conjunto de hifas dicarióticas, formando o basidioma. Em cerca de metade das espécies de *Basidiomycota* existe uma distribuição de núcleo um de cada tipo para as células filhas durante as divisões mitóticas das hifas dicarióticas formando-se ansas no ápice das hifas. Na região do himênio as células passam por cariogamia seguida pela meiose *zigótica*, originando quatro núcleos *haplóides* numa célula que passa a ser chamado *basídio*. Os *basídios* originam a partir dos esterigmas os basidiósporos haplóides, esporos sexuais, que se disseminam e dão origem a novas *hifas haplóides*. A reprodução por esporos sexuais não ocorre nesse grupo (SWABY, 2012).

O objetivo deste trabalho foi de realizar uma revisão bibliográfica sobre as espécies do gênero *Boletus* sp.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Distinguem-se em cinco etapas a história do *Boletus*, oriundas de mudanças que, ocorreram historicamente, as quais este gênero tem sofrido para ser classificado. Eles distinguem-se dos outros fungos por possuírem poros de rolamento e pelo fato de seus tubos serem facilmente separáveis uns dos outros a partir da proporção em que eles são suportados. São frequentemente mais procurados para coleta e observação nas épocas mais quentes das temporadas, e com algumas exceções, podem ser encontrados no chão (MUNOZ, 2005 APUD, VILLAS, 2005). Os trabalhos atuais de Biologia molecular estão provocando importantes relações nas classificações da ordem *Boletales* (VILLAS, 2005).

Os cogumelos do gênero *Boletus* sp. são tradicionalmente definidos como boletos que normalmente não têm pontos glandulares em seus caules. Suas impressões de esporos são verde-oliva a marrom – algumas espécies com estampas de esporos amarelados ou enferrujados, muitas vezes incluídos no *Boletus*, embora sejam oficialmente colocados no gênero *Xanthoconium*, e aqui como *Boletus* sp. eles têm hastes sólidas, e os seus poros não são geralmente alongados e radial, como em algumas espécies de *Suillus* sp. Sob o microscópio, os esporos não são ornamentados. A família *Boletacea* contém mais de 150 espécies do gênero *Boletus* sp. na América do Norte (KUO, 2010).

De acordo com Asturnatura (2012), o gênero *Boletus* sp., é formado por espécies de fungos que desenvolvem *basidiomas* de tamanho mediano a grande, que excepcionalmente alcança 40 cm de diâmetro, com cutícula carnosa. A superfície da cutícula vai de seca a ligeiramente viscosa ou lubrificada quando o tempo está úmido, rachada, fibrosa, opaca a brilhante, com estrutura do tipo tricoderma, formada por hifas mais ou menos subparalelas ou alternadas.

A parte fértil, o himênio está disposto em tubos de longitude média, separáveis, de ligados a soltos; estes se abrem ao exterior por poros finos e arredondados, muito juntos na fase inicial de vida, porém vindo a separar-se com o passar da idade. Esporos de formas fusiformes a elípticos, lisos, espessos, com paredes grossas, e uma parede em formato de espora pardo verdosa. Podem ter pés carnosos, fibroso, e robusto, quase esférico em alguns casos, claviforme, bulboso e permanente, mesmo sem o véu, grânulos lisos com cores variadas, podendo ser amarela, laranja ou avermelhado; equipado ou não com um retículo tão desenvolvido que pode ocupar todo o pé ou apenas a parte superior. Este gênero possui espécies micorrizas, que crescem associadas tanto as coníferas como com as plantações.

*B. chrysenteron* é um fungo com tampa convexa e um amarelo desbotado sob a superfície e um talo seco. *B. edulis*, espécie comestível, que possui tampa convexa ligeiramente viscosa quando seca, fresca ou úmida, com um talo grosso bulboso bronzeado. *B. frostii* ou *B. frost*, possui boné vermelho e talo vermelho grosseiramente reticulado. *B. luridus*, caracteriza-se por ser venenoso com o boné encardido, de cor amarela ou vermelha laranja na face superior, e um talo reticulado cilíndrico. *B. mirabilis*, comestível quando jovem e fresco, num tom marrom escuro, possui uma tampa convexa com um amarelo esverdeado sob a superfície e caule avermelhado. *B. pallidus*, fungo com tampa muito branca quando jovem, tornando-se depois num tom marrom sujo e talo da mesma cor; a superfície inferior da tampa (os tubos) é de um amarelo pálido a esverdeado. *B. pulcherrimus*, espécie bonita, mas venenosa, possuindo uma tampa marrom com uma superfície de poros escarlate e um talo grosso reticulado.

*B. pulverulentus*, comestível com uma ampla tampa convexa, castanho-escuro, e uma superfície de poros que é amarelado quando jovem e vai escurecendo com a idade; seu caule é grosso e ampliado no sentido da base. *B. xanae*, caracterizado com boné vermelho-ferrugem e uma superfície branca nos poros que se tornam amarelada com a idade e um talo amarelo pálido. *B. subvelutipes*, caule aveludado e, geralmente, com um boné marrom sujo, e um dos seus predicados é que suas áreas lesadas ficam azuladas instantaneamente. *B. variipes*, classificado como comestível, é encontrado no solo, e em madeiras duras; tem uma tampa seca convexa com tom esbranquiçado sob a superfície e um talo reticulado. *B. zelleri*, comestível, possui um boné marrom com amarelo esverdeado sob a superfície e um talo que se torna vermelho opaco com a idade (WORDNET, 2012)

A partir de análises metabolômicas dirigidas às espécies silvestres do gênero *Boletus* provenientes do Nordeste de Portugal observou-se que *B. aereus*, *B. edulis* e *B. reticulatus*, são comestíveis; *B. purpureus*, *B. satanas* e *B. rhodoxanthus*, não são comestíveis. Verificaram-se os metabólitos primários incluindo açúcares (cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à detecção por índice de refração, HPLC-RI), ácidos gordos (cromatografia gasosa acoplada à detecção por ionização de chama, GC-FID), tocoferóis (HPLC-fluorescência) e ácido ascórbico (espectrofotometria). Consideraram-se também metabólitos secundários, nomeadamente ácidos fenólicos, por HPLC-DAD (HELENO, 2011).

As biomoléculas predominantes foram: manitol e trealose (açúcares), ácidos oleico e linoleico (ácidos gordos insaturados), ácido ascórbico,  $\gamma$ - e  $\alpha$ -tocoferóis (isoformas de vitamina E), ácidos hidroxibenzoico, *p*-cumárico, protocatéquico e cinâmico (ácidos fenólicos e derivados). A espécie com maior atividade antioxidante e maior concentração de compostos fenólicos foi o *B. aereus*. Outra espécie com importante potencial antioxidante foi *B. reticulatus* que apresentou também maior concentração de tocoferóis.

As espécies comestíveis apresentam metabolitos importantes que podem ser incorporados diretamente na dieta como alimentos saudáveis. Por outro lado, as espécies não comestíveis podem ser utilizadas para extração de compostos fenólicos e outros antioxidantes para serem utilizados como aditivos naturais na indústria alimentar ou como componentes de formulações cosméticas ou farmacêuticas (HELENO, 2011).

O gênero *Boletus chrysenteron*, é um fungo com tampa convexa e um amarelo desbotado sob a superfície e um talo seco. Enquanto que *B. edulis*, é comestível, possui tampa convexa ligeiramente viscosa quando seca, fresca ou úmida, com um talo grosso bulboso bronzeado. *B. frostii* ou *B. frost*, possui o boné vermelho e talo vermelho grosseiramente reticulado. *B. luridus*, caracteriza-se por ser venenoso com um boné encardido amarelado e vermelho laranja na face superior e um talo reticulado cilíndrico. *B. mirabilis*, é comestível quando jovem e fresco, num tom marrom escuro, possui uma tampa convexa com um amarelo esverdeado sob a superfície e caule avermelhado. *B. pallidus*, fungo com tampa muito branca quando jovem, tornando-se depois num tom marrom sujo e talo da mesma cor; a superfície inferior da tampa (os tubos) vai de um amarelo pálido a esverdeado.

*B. pulcherrimus*, uma espécie bonita, mas venenosa, possuindo uma tampa marrom com uma superfície de poros escarlate e um talo grosso reticulado. *B. pulverulentus*, é comestível, com uma ampla tampa convexa, castanho-escuro, e uma superfície de poros que é amarelado quando jovem e vai escurecendo com a idade; seu caule é grosso e ampliado no sentido da base. *B. roxanae*, caracterizado com boné vermelho-ferrugem e uma superfície branca nos poros que se tornam amarelada com a idade e um talo amarelo pálido. *B. subvelutipes*, caule aveludado e, geralmente, com um boné marrom sujo, e um dos seus predicados é que suas áreas lesadas ficam azuladas instantaneamente. *B. variipes*, foi classificado como comestível, é encontrado no solo, e em madeiras duras; tem uma tampa seca convexa com tom esbranquiçado sob a superfície e um talo reticulado. *B. zelleri*, espécie comestível, que possui um boné marrom com amarelo esverdeado sob a superfície e um talo que se torna vermelho opaco com a idade (WORDNET, 2012).

### 3 CONCLUSÃO

A partir de análises metabolômicas dirigidas às espécies silvestres do gênero *Boletus* provenientes do Nordeste de Portugal: *B. aereus*, *B. edulis*, *B. reticulatus* que são comestíveis. *B. purpureus*, *B. satanas* e *B. rhodoxanthus*, os quais não são comestíveis, verificou-se os metabólitos primários incluindo açúcares (cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a detecção por índice de refração, HPLC-RI), ácidos gordos (cromatografia gasosa acoplada a detecção por ionização de chama, GC-FID), tocoferóis (HPLC-fluorescência) e ácido ascórbico (es-

pectrofotometria). Consideraram-se também metabólitos secundários, nomeadamente ácidos fenólicos, por HPLC-DAD (HELENO, 2011).

As biomoléculas predominantes foram: manitol e trealose (açúcares), ácido oleico e linoleico (ácidos gordos insaturados), ácido ascórbico, ao  $\gamma$ - e o-tocoferóis (isoformas de vitamina E), ácidos phidroxibenzóico, p-cumárico, protocatéquico e cinâmico (ácidos fenólicos e derivados). A espécie com maior atividade antioxidante e maior concentração de compostos fenólicos foi o *B. aereus*. Outra espécie com importante potencial antioxidante foi *B. reticulatus* que apresentou também maior concentração de tocoferóis.

As espécies comestíveis apresentam metabolitos importantes que podem ser incorporados diretamente na dieta como alimentos saudáveis. Por outro lado, as espécies não comestíveis podem ser utilizadas para extração de compostos fenólicos e outros antioxidantes para serem utilizados como aditivos naturais na indústria alimentar ou como componentes de formulações cosméticas ou farmacêuticas (HELENO, 2011).

## REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C.J.; *et al.* **Introductory mycology**. 4.ed. New York: John Wiley & Sons, 1996.

ASTURNATURA, D.B. **Boletus**. Disponível em: <<http://www.asturnatura.com/genero/boletus.html>>. Acesso em: 12 set. 2012.

GÓES-NETO, A. **Diagnóstico da biodiversidade de macromicetos do Estado da Bahia**: evolução histórica e situação atual. 1994. Monografia (Curso de Biologia) – Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1994.

HELENO, S.A.; *et al.* **Análise metabolômica dirigida em cogumelos silvestres do gênero Boletus**. Jornadas Análises Clínicas e Saúde Pública, Instituto político de Bragança. Bragança-SP, 2011.

HIBBETT, D.S.; *et al.* A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*. **Mycological Research**, v.111, n.5, 2007. p.509-547.

KUJO, M. **The genus Boletus**. Retrieved from the Mushroom Expert. Com. Disponível em: <<http://www.mushroomexpert.com/boletus.html>>. Acesso em: 12 set. 2012.

LANDECKER, E.M. **Fundamentals of the fungi**. 3.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1990.

MARGULIS, L., SCHWARTZ, K.V. **Cinco reinos**. Um guia ilustrado dos filós da vida na terra. 3.ed. Porto Alegre: Guanabara Koogan S.A, 2001.

SWABY, J. **Sistemática de Criptógamas**. Copyright. 2012. Disponível em: <<http://www.criptogamas.ib.ufu.br/node/365>>. Acesso em: 12 set. 2012.

VILLAS, B.L. Cuatro especies de *Boletus*. Trabajo de investigación de bachillerato. IES Escola Municipal del Treball. In: MUNOZ, J.A. **Boletus S.L**. Alassi: Candusso, 2005.

WORDNET. **The free dictionary by farlex**. Princeton University: Farlex Inc. Disponível em: <<http://www.thefreedictionary.com/genus+Boletus>>. Acesso em: 12 set. 2012.

---

**Data do recebimento:** 24 de Fevereiro de 2016

**Data da avaliação:** 3 de Abril de 2016

**Data de aceite:** 5 de Abril de 2016

---

---

1. Biólogos pela Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: joaninha\_mari@hotmail.com

2. Biólogos pela Universidade Tiradentes – UNIT.

3. Biólogos pela Universidade Tiradentes – UNIT.

4. Engenheiro Agrônomo; Mestre em Fitopatologia; pesquisador EMDAGRO/EMBRAPA; professor de Botânica – UNIT. E-mail: mbmelo17@gmail.com