

PROTOCOLO DE CAPTURA DE IMAGENS DE MACROFUNGOS

PROTOCOL
TO CAPTURE
MACROFUNGI
IMAGES

Felipe Bittencourt
Fernanda Karstedt
Melissa Palacio Pulgarín
Aldo von Wangenheim
Elisandro Ricardo Drechsler-Santos



MIND.Funga

**PROTOCOLO DE
CAPTURA DE IMAGENS
DE MACROFUNGOS**

*PROTOCOL
TO CAPTURE
MACROFUNGI
IMAGES*



PROTOCOLO DE CAPTURA DE IMAGENS DE MACROFUNGOS

*PROTOCOL
TO CAPTURE
MACROFUNGI
IMAGES*

Felipe Bittencourt
Fernanda Karstedt
Melissa Palacio Pulgarín
Aldo von Wangenheim
Elisandro Ricardo Drechsler-Santos



MIND.Funga

– 2022 –

Este livro também é parte dos seguintes projetos de pesquisa:
this book is part of the follow research projects:

- » CNPq (457451/2012-9);
- » PQ311158/2018-8;
- » CNPq/Capes/FAPs/BC - Fundo Newton/PELD nº 15/2016,
- » FAPESC/2018TR0928
- » FAPESC/CNPq PRONEM 04/2019.
- » CNPq/MCTI/CONFAP-FAPS - PROTAX (CNPq 441821/2020-0, FAPESC2021TR390)

APOIO / SUPPORT



REALIZAÇÃO / COORDINATION



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Protocolo de captura de imagens de macrofungos = Protocol to capture macrofungi images
[livro eletrônico] / Felipe Bittencourt ... [et al.]. – 1. ed. – Florianópolis, SC : Officio, 2022. PDF

Outros autores : Fernanda Karstedt, Melissa Palacio Pulgarín, Aldo von Wangenheim,
Elisandro Ricardo Drechsler-Santos.

Bibliografia.

ISBN 978-65-87710-12-9

1. Biologia 2. Fotografia 3. Fungos 4. Imagens fotográficas I. Bittencourt, Felipe.
II. Karstedt, Fernanda. III. Pulgarín, Melissa Palacio. IV. Wangenheim, Aldo von. V. Drechsler-
Santos, Elisandro Ricardo. VI. Título : Protocol to capture macrofungi images.

21-92690

CDD-579.5

Índices para catálogo sistemático:

1. Fungos : Microbiologia 579.5

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

A P R E S E N T A Ç Ã O

Antes do advento de microscópios e biologia molecular, a identificação de espécies era realizada por meio de características macroscópicas. Atualmente, faz parte de uma identificação precisa uma combinação de características macro e micromorfológicas, químicas e moleculares. Existem espécies similares e microscopicamente, metabolicamente ou geneticamente distintas. Assim como existem organismos com morfologia variada, mas que molecularmente compreendem uma única espécie. Estas dificuldades nos processos de identificação são reconhecidas por toda a comunidade científica.

Mesmo frente a essas dificuldades é de conhecimento comum que existem muitas espécies neotropicais que podem ser reconhecidas pela morfologia capturada em uma fotografia, sendo essas em nível de espécie ou enquadrada em algum outro grupo taxonômico. Deste modo, este guia tem como objetivo propor uma metodologia padrão para a captura de imagens que possibilitem o reconhecimento de espécies de macrofungos por meio de fotografias em um aplicativo, app MIND.Funga. Este aplicativo está ligado à uma base de dados que são utilizados para treinar uma rede neural artificial (inteligência artificial) com o objetivo de reconhecimento de fungos através de imagens.

Assim, os passos a seguir sugerem boas práticas de fotografia de macrofungos para que as imagens contenham um número mínimo de informações importantes, possibilitando uma maior eficiência do algoritmo do aplicativo no reconhecimento de espécies e/ou grupos taxonômicos mais inclusivos.

P R E S E N T A T I O N

Before the arrival of microscopes and molecular biology, species identification was carried out using macroscopic characteristics. Currently, a proper identification is a combination of macro-and micro-morphological, chemical and molecular characteristics. There are similar and microscopically, metabolically or genetically distinct species; as well as there are organisms with diverse morphology, but that molecularly comprise a single species. These difficulties in the identification processes are recognized by the entire scientific community.

Even with these difficulties, is common knowledge that there are many neotropical species that can be recognized by the morphology captured in a photograph, at species level or framed in some other taxonomic group. Thus, this guide aims to propose a standard methodology for capturing images that make it possible to recognize macrofungi species through photographs in an application, app MIND.Funga. This application is connected to a dataset used to train an artificial neural network (artificial intelligence) with the purpose of recognizing fungi through images.

Thus, the following steps suggest good practices of macrofungi photography to obtain images containing a minimum number of important information; this will allow a greater efficiency of the application algorithm in the recognition of species and/or more inclusive taxonomic groups.



Fungos possuem hábitos diversos. *Hygrocybe* sp. é um cogumelo que cresce no solo das florestas.

Fungi have different habits. Hygrocybe sp. is a mushroom that grows in the forests soils.

OS MACROFUNGOS

Os fungos assim como os animais e as plantas, são seres vivos que fazem parte do planeta e estão presentes em todos os ambientes. De modo geral a fauna e a flora de um determinado local são bem conhecidas, mas e a Funga? Na maior parte do tempo os fungos passam despercebidos, obviamente porque muitos são microscópios, mas mesmo os macrofungos em boa parte do seu ciclo de vida ficam escondidos nos substratos que consomem. Os macrofungos, são assim nomeados, porque são capazes de produzir estruturas reprodutivas (produtora de esporos), os esporomas e/ou estromas, que são visíveis a olho nu. Estes esporomas possuem as mais diversas formas, tamanhos e cores, sendo popularmente conhecidas, por exemplo, como cogumelos, bolas-da-terra, dedos-de-defunto, estrelas-da-terra, orelha-de-geleia, orelhas-de-pau.

Como já dito, muitas vezes uma boa fotografia pode ser suficiente para o reconhecimento da espécie ou grupo taxonômico desses macrofungos. Apresentamos a seguir o que foi avaliado como importante no ato de realizar fotografias para ter boas imagens e suficientemente informativas para o reconhecimento de espécies via aplicativo MIND.Funga.



Alguns fungos se associam a outros organismos formando simbioses, como é o caso dos fungos liquenizados, que formam associações com algas.

Some fungi associate with other organisms forming symbioses, as is the case of lichenized fungi, which form associations with algae.

MACROFUNGI

Fungi, like animals and plants, are living beings that are part of the planet and are present in all types of environments. In general, fauna and flora of a given place are well known, but what about Funga? Fungi are not easily seen as some of them are microscopic and others, such as macrofungi, spend much of their life cycle hidden in the substrates they consume.

Macrofungi are so called because they can produce reproductive structures (spore-bearing), sporomata and/or stromata, which are visible to the naked eye. These sporomata have many variable shapes, sizes, and colours; commonly known, for instance, as mushrooms, puffballs, earthstars, jellyfungi, and brackets.

As already said, a good photography can often be enough to recognize species or taxonomic group of these macrofungi. Below we present what was considered important in the act of taking photographs to have good images and sufficiently informative for the species recognition through the MIND.Funga application.

Sumário/Contents

Preparo do cenário / Scenario planning	15
1. Limpe a área / Clean the area.....	16
2. Enquadramento / Framing.....	18
3. Cuidado com a luz / Take care of the light.....	20
4. Escala / Scale.....	22
5. Composição / Composition.....	24
O fungo (esporoma) / The fungi (sporoma)	27
1. Visão superior / Top view.....	32
2. Visão inferior / Underside view.....	34
3. Visão de perfil / Side view (profile).....	36
4. Aspecto geral e substrato / General appearance and substrate.....	38
Informações adicionais / Additional information	41
A inteligência artificial pode ajudar você a conhecer os fungos	
<i>Artificial Intelligence can help you to recognize Fungi</i>	47
Colaboração na construção do aplicativo /	
<i>Collaboration to build the app</i>	63



O himenóforo dos fungos, geralmente localizado na parte de baixo, carrega as hifas produtoras de esporos. Além disso, possuem diversas características importantes para a identificação das espécies.

The fungal hymenophore, usually located at the bottom, carries the spore-producing hyphae. In addition, they have several important characteristics for species identification.

Preparo do cenário

Como em todas as fotografias, o preparo do cenário é importante. Veja abaixo algumas dicas quando nos referimos aos macrofungos.

Scenario planning

As with all photographs, scenario planning is important. See below for some tips when referring to macrofungi.

1. Limpe a área

Limpe a área: remova cuidadosamente elementos que estiverem sobre e ao redor do esporoma (fungo) a ser fotografado como, por exemplo, folhas, galhos, raízes. Deixe todas as estruturas do esporoma bem expostas (Figuras 1 e 2). Às vezes, é necessário remover o esporoma do substrato, mas evite danificá-lo, principalmente na base, a qual pode ter alguma informação importante.

1. Clean the area

Clean the area: remove carefully elements on or around the sporoma (fungi), such as leaves, branches, and roots. Leave all sporoma structures well exposed (Figure 1 and 2). Sometimes it is necessary to remove the sporoma from the substrate, but avoid damaging it, especially at the base, which may have some important information.

FIGURA 1. A e C. Fotografia de esporomas sem limpeza e sem preparo do cenário. **B e D.** Fotografia após limpeza do ambiente.

FIGURE 1. A and C. Sporomata photograph without cleaning or planning scenario. **B and D.** Photograph after cleaning.



2. Enquadramento

O enquadramento pode ser de um esporoma em seu ambiente, de modo que ele ocupe o centro da imagem, de preferência ocupando pelo menos 60-75% dela (Figura 2). Se não for possível aproximar tanto do esporoma sem perder o foco, priorize o foco!

FIGURA 2. Exemplos de fotografias em que o esporoma está enquadrado. **A.** *Asorea rubra* group. **B.** *Cyathus* sp. **A-B.** Fotografados de cima. **C.** *Boletinellus exiguus*, fotografia da parte de baixo. **D.** *Ionomidotis* sp., fotografado de perfil.

2. Framing

The framing may be of a sporoma in its environment, so that it occupies the image center, preferably occupying at least 60-75% of it (Figure 2). If it is not possible to get so close to the sporoma without losing focus, prioritize the focus!

FIGURE 2. Examples of photographs in which the sporoma is framed. **A.** *Asorea rubra* group. **B.** *Cyathus* sp. **A-B.** Photographed from above. **C.** *Boletinellus exiguus*, underside photograph. **D.** *Ionomidotis* sp., profile photograph.



3. Cuidado com a luz

Certifique-se de que o lugar onde o esporoma está tenha uma luminosidade adequada e homogênea, sem focos de luz/sombra (Figura 3). Se necessário transporte o espécime para uma área com iluminação mais adequada ou utilize um guarda-chuvas para homogeneizar a luz do ambiente e tripé para uma exposição

FIGURA 3. A-C. Fotografia inadequada, com manchas de luz ou ausência de luz prejudicando a melhor imagem dos esporomas. **D-F.** Fotografia adequada, com uma iluminação homogênea.

3. Take care of the light

Make sure that the place where the sporoma is, has adequate and homogeneous brightness, without light / shadow (Figure 3A). If necessary, take the specimen to an area with more adequate lighting or use an umbrella or other object to homogenize the ambient light. In darker environments it is easier the photo to come out blurry, so it is recommended to use a tripod to set up a larger exposure of the camera and thus compensate for low light; another alternative is to use flash, but use it sparingly, there may be a significant natural coloration loss of the sporoma.

FIGURE 3. A-C. *Improper photographs, with overexposed light spots or light absence impairing the photograph. D-F. Proper photographs with homogeneous lighting.*



4. Escala

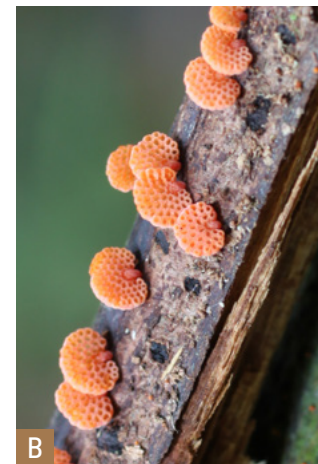
Um esporoma pode medir milímetros ou atingir quase um metro, caso seja possível, inclua em uma das fotografias algo que atue como escala, por exemplo, uma moeda ou uma régua (Figura 4). Mas mantenha a escala distante do espécime para que possa ser excluída e não prejudicar a estética de sua foto.

FIGURA 4. A. Exemplos de esporomas de macrofungos e uma pequena amostra de diversidade de tamanhos. **B.** Exemplo de fungo fotografado sem escala, *Favolaschia* sp. **C.** Exemplo de fotografia com escala de cor, *Geastrum* sp. **D.** Exemplo de fotografia com escala de medida, *Agaricus* sp.

4. Scale

A sporoma can measure millimeters or reach almost a meter, if possible, include in one photograph something as a scale, for example, a coin or a ruler (Figure 4). But, keep the scale away from the specimen so that it can be deleted and not affect your photo aesthetics.

FIGURE 4. A. Examples of macrofungi sporomata as a little sample of size diversity. **B.** Example of fungi photographed without scale, *Favolaschia* sp. **C.** Example of photograph with colored scale, *Geastrum* sp. **D.** Example of photograph with scale, *Agaricus* sp.



5. Composição

Procure por outros exemplares de esporomas da mesma espécie até cerca de dois metros e agrupe-os, deste modo terá uma ideia melhor dos formatos e estado de maturação dos fungos encontrados (Figura 3.B e 5). Você pode incluir mais de um esporoma na mesma foto, posicionando-os em diferentes ângulos, porém mantendo distância para que a imagem possa ser fragmentada para possíveis enquadramentos individuais.

FIGURA 5. A-D. Exemplos de imagens compostas. **A.** *Pluteus crinitus*. **B.** *Trametes* sp. **C.** Xylariaceae. **D.** *Calvatia rugosa*.

4. Composition

Look for other sporomata of the same species up to about two meters and group them, this way you will have a better idea of the shapes and maturation status of the fungi found (Figure 3.B and 5). You can include more than one sporoma in the same photo, positioning them at different angles, but maintaining a distance so that the image can be fragmented for possible individual framings. But be careful: avoid grouping sporomata that may represent different species!

FIGURE 5. A-D. Examples of composite photos. **A.** *Pluteus crinitus*. **B.** *Trametes* sp. **C.** Xylariaceae. **D.** *Calvatia rugosa*.





Fungos são os grandes responsáveis pela reciclagem da matéria orgânica dos ecossistemas. Este *Hymenochaete* sp. está decompondo um tronco morto.

Fungi are largely responsible for recycling organic matter from ecosystems. This Hymenochaete sp. is rotting a dead trunk.

O fungo (esporoma)

O registro das características do esporoma que irão auxiliar o reconhecimento do táxon é tão ou mais importante que a qualidade do registro fotográfico.

The fungi (sporoma)

The recording of the sporoma characteristics will assist the taxon recognition is as or more important than the quality of the photographic record.



Alguns belos detalhes dos esporomas só podem ser enxergados através das lentes. Na foto, um espécime de *Aegis luteocontexta*.

Some beautiful sporomata details can only be seen through the lens. In the photo, a specimen of Aegis luteocontexta.

O registro ideal, considerando o reconhecimento via aplicativo MIND.Funga, é de duas a quatro fotografias para o mesmo esporoma, de modo que forneçam informações como o substrato em que o fungo está se desenvolvendo, formato geral e das partes que compõem o esporoma, coloração, texturas e possíveis detalhes de ornamentação.

É importante ressaltar que cada grupo taxonômico de macrofungos possui suas particularidades, alguns requerem mais detalhes na hora de realizar a coleta e fotografias de campo, outros mais testes químicos, mas de modo geral pense em um conjunto de fotografias que permitiriam reproduzir o espé-

The ideal record, considering recognition through the MIND.Funga application, is two to four quality photographs for the same sporoma, so that they provide information such as the substrate on which the fungi is growing, the general format and all sporoma components, coloring, textures and possible ornamentation details.

It is important to note that each taxonomic group of macrofungi has its particularities, some require more details when collecting and taking field photographs, others require more chemical tests, but in general think of a photographs set that would allow you to reproduce the specimen in a three-dimensional way. This way

cime de modo tridimensional. Des-
te modo terás contemplado um
número mínimo ideal de imagens.

Propomos que sejam realizadas
pelo menos três fotografias de cada
esporoma, uma de visão superior,
uma de visão lateral (perfil) e uma de
visão inferior (Figura 6-9) e em uma
destas imagens recomendamos
que esteja evidenciado o substrato.

Procure sempre tirar a foto do fun-
go “de pé” ou na mesma direção do
seu crescimento (a base do fungo
na parte de baixo da foto, a parte de
cima dele na parte de cima da foto).

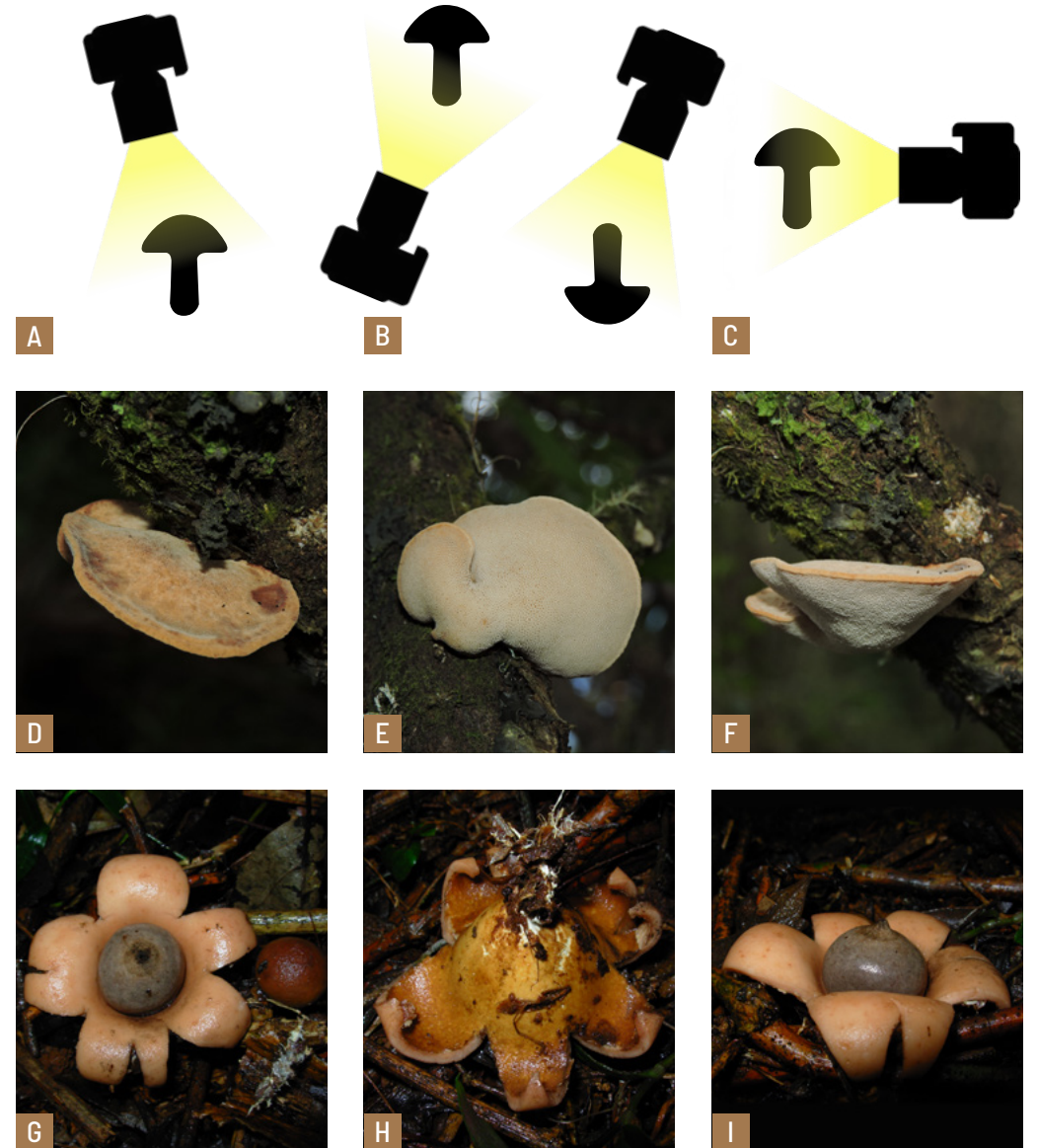
FIGURA 6. A-C. Esquema de como foto-
grafar. **D-L.** Exemplos de fotografias.
A, D, G. Fotografia de visão superior,
B, E, H. Fotografia de visão inferior.
C, F, I. Fotografia de perfil.
D-F. Polyporus sp. **G-I.** Geastrum sp.

*you will have contemplated an ideal
minimum number of images.*

*We propose that at least three pho-
tographs be taken of each sporoma,
one from the top view, one from the
side view (profile) and one from un-
derside view (Figure 6-9) and in one
of these images we recommend
that the substrate is highlighted.*

*Always try to take the picture of the
fungus “standing”, or in the same
direction of its growth (the lower
part of the fungus at the bottom of
the picture, and the upper part at
the top).*

FIGURE 6. A-C. Layout of how to shoot.
D-L. Photographs examples. **A, D, G.**
from the top view. **B, E, H.** underside view.
C, F, I. side view (profile). **D-F.** Polyporus sp.
G-I. Geastrum sp.



1. Visão superior

Uma foto de cima. Nesta imagem serão coletadas as características como aspecto da superfície pilear para orelha-de-pau e cogumelos, assim como número de “ovinhos” nos ninhos-de-passarinho ou número de braços nas estrelas-da-terra (Figura 2.A-B, 6.A,D,G, J e 7). Para alguns grupos de fungos, como os crostosos, está será a única foto possível (Figura 7.E).

FIGURA 7. Exemplos de fotografias vista de cima. **A.** *Arambarria cognatas*. **B.** *Amanita coacta*. **C.** *Cookeina tricholoma*. **D.** *Geastrum* sp. **E.** *Aleurodiscus mirabilis*. **F.** *Parmotrema tinctorum* (Foto: E. Gumboski).

1. Top view

A photo from above. In this image, the characteristics such as the pilear surface appearance for brackets and mushrooms will be collected, as well as the number of “eggs” in the bird’s nests or the number of arms in the earthstars (Figure 2.AB, 6 .A, D, G, J and 7). For some fungi groups, such as corticioid, this will be the only possible photo (Figure 7.E).

FIGURE 7. Examples of top view photographs. **A.** *Arambarria destruens*. **B.** *Amanita coacta*. **C.** *Cookeina tricholoma*. **D.** *Geastrum* sp. **E.** *Aleurodiscus mirabilis*. **F.** *Parmotrema tinctorum* (Photo: E. Gumboski).



2. Visão inferior

Uma foto da parte de baixo do esporoma, podendo representar detalhes das estrelas-da-terra e/ou ninhos-de-passarinho ou da região fértil (himenóforo) no caso de cogumelos e orelhas-de-pau (Figura 6.B, E, H, K e 8).

2. Underside view

A photo of the sporoma underside, which may represent details of the earthstar and/or bird's nests or the fertile part (hymenophore) in the case of mushrooms and brackets (Figure 6.B, E, H, K and 8).

FIGURA 8. Exemplos de fotografias da parte inferior de cogumelos e orelhas-de-pau. **A.** *Pleurotus* sp. **B.** *Geastrum* sp. **C.** Polyporales. **D.** *Pluteus* sp.

FIGURE 8. Examples of underside view photographs of mushrooms and brackets. **A.** *Pleurotus* sp. **B.** *Geastrum* sp. **C.** Polyporales. **D.** *Pluteus* sp.



3. Visão de perfil

Uma foto em perfil, lateral, do topo até a base, é essencial para os fungos que crescem e se alongam para longe do substrato. Além de evidenciar o substrato, esta fotografia poderá registrar características específicas de grupos taxonômicos como a presença ou ausência de escamas, anel no estipe e volva ou micélio na base do estipe (Figura 6.C,F, I,L e 9).

FIGURA 9. A-D. Exemplos de imagens em perfil. **A.** *Volvariella perciliata*. **B.** *Calvatia rugosa*. **C.** *Phallus indusiatus* group. **D.** *Mutinus argentinus*. **E.** *Ramaria* sp. **F.** *Cladonia* sp. (Foto F: Emerson Gumboski).

3. Side view (profile)

A profile photo, side, from top to bottom, is essential for fungi that grow and stretch away from the substrate. In addition, to showing the substrate, this photograph may register specific characteristics of taxonomic groups such as, the presence or absence of scales, ring in the stipe, and volva or mycelium in the stipe base. (Figure 6.C, F, I, L and 9).

FIGURE 9. A-D. Examples of profile photograph. **A.** *Volvariella perciliata*. **B.** *Calvatia rugosa*. **C.** *Phallus indusiatus* group. **D.** *Mutinus argentinus*. **E.** *Ramaria* sp. **F.** *Cladonia* sp. (Photo: Emerson Gumboski).



4. Aspecto geral e substrato

Evidencie o fungo e o substrato em que está, por exemplo: se estiver sobre um tronco, se está inserido na madeira (viva ou morta) ou somente entre os musgos na superfície deste tronco; se estiver no chão, se está inserido na madeira (viva ou morta) ou somente entre os musgos na superfície deste tronco; se estiver no chão, se este está na serapilheira, em algum galho ou inseto ou em meio ao solo. Note que nesta fotografia o esporoma também estará presente, assim ela poderá representar uma das fotos sugeridas nos tópicos anteriores, não necessariamente uma quarta foto (Figura 10).


FIGURA 10. **A.** Cogumelo crescendo no chão, em areia. **B.** Cogumelo crescendo no chão, na serapilheira. **C.** Cogumelo crescendo no chão, em bacia de palmeira. **D.** Orelha-de-pau crescendo em galho. **E.** Ninhos-de-passarinho crescendo em esterco de gado. **F.** Fungo crescendo em lagarta enterrada.

4. General appearance and substrate

Show the fungi and its substrate; for instance: if it is on a trunk, if it is inserted in the wood (live or dead) or only between mosses on the trunk surface; if it is on the ground, if it is on the litter, on a branch or insect or in the middle of the soil. Note that in this photo the sporoma will also be present, so it can represent one of the suggested photos in the previous topics, not necessarily a fourth photo (Figure 10).

FIGURE 10. **A.** Mushroom growing on the ground, in sand. **B.** Mushroom growing on the ground, in leaf litter. **C.** Mushroom growing on the ground, in leaf sheath palm. **D.** Bracket growing on a branch. **E.** Bird's nests growing on cow dung. **F.** Fungi growing on buried caterpillar.





Fungos possuem colorações variadas e às vezes muito vivas. Na foto, apotécios de *Chlorociboria* sp.

Fungi have varied and sometimes very vivid colors. This photo shows apothecia of Chlorociboria sp.

Informações adicionais

Além das fotografias, outras informações associadas ao material fotografado também são importantes.

Nome do fotógrafo

É sempre importante reconhecer o autor da imagem.

Data do registro fotográfico

Ao longo do tempo, possibilitará uma análise de sazonalidade.

Localização geográfica

Cidade, estado, país – possibilitará conhecer a distribuição mais real da espécie.

Additional information

In addition to photographs, other information associated with the photographed material are also important.

Photographer's name

It is always important to recognize the image author.

Date of the photograph record

Over time, will allow seasonality analysis.

Geographic location

City, state, country – make it possible to know the most real species distribution.

Coletor, número de coletor e herbário

No qual foi ou será depositado (se houver) – possibilitará o acesso a interessados em estudar o material fotografado.

Identificação

Do fungo, em espécie, gênero ou família, na medida do possível.

Através destas informações o banco de espécies se tornará mais robusto, confiável, sendo possível utilizá-lo no futuro como uma ferramenta conhecer melhor a distribuição, habitat, sazonalidade e fenologia das espécies, bem como seu monitoramento na Região Neotropical, frente às mudanças no espaço e no tempo.

Collector, collection number and herbarium

In which it was or will be deposited (if any) – will allow access to those interested in studying the photographed.

Fungi Identification

species, genus or family as far as possible.

Through this information, the species bank will become more robust, reliable, and it will be possible to use it in the future as a tool to better understand the distribution, habitat, seasonality and phenology of species, as well as their monitoring in the Neotropical region, considering changes in space and time.

Muitas pessoas lembram apenas dos cogumelos, mas o reino dos fungos é infinitamente mais rico em formas. Alguns são chamados de coraloides, como este *Clavulina fuscolilacinea*.

*Many people only remember mushrooms, but the kingdom Fungi is infinitely richer in shapes. Some are called coralloids, like this *Clavulina fuscolilacinea*.*





Trametes sp. crescendo em um tronco à luz do sol.

Trametes sp. growing on a log in the sunlight.



O registro fotográfico é essencial para muitas espécies de fungos serem identificadas e estudadas. Muitas características se perdem durante o estudo dos espécimes.

The photographic record is essential for many fungal species to be identified and studied. Many features are lost during the study of specimens.

A inteligência artificial pode ajudar você a conhecer os fungos

O MIND.Funga App emprega uma técnica de Visão Robótica para classificar os fungos.

Artificial Intelligence can help you to recognize Fungi

The MIND.Funga App employs a technique of Robotic Vision in order to classify fungi specimens.



FIGURA 11. O mindFunga App

FIGURE 11. The mindFunga App

Você já viu que este protocolo de fotografia aqui, além de servir para você fotografar melhor macrofungos que você for encontrar na natureza, seja você um pesquisador ou naturalista amador, serve também para alimentar o nosso aplicativo **MIND.Funga App** de reconhecimento de fungos com imagens padronizadas e com boa qualidade de registro científico.

*You must have seen that this photographic protocol here, besides serving as a guide for you to photograph better macrofungi that you will eventually find in nature, regardless if you are a researcher or an amateur naturalist, serves also to feed our fungi recognition **MIND.Funga App** with standardized images of a good scientific record quality.*

O MIND.Funga App emprega uma técnica da área da *Visão Robótica* chamada de *Inteligência Artificial com Redes Neurais de Aprendizado Profundo* para classificar imagens de espécimes de macrofungos que você enviar para ele e também para aprender novas imagens e novas espécies que forem alimentadas por pesquisadores que participam do nosso projeto.

Com o MIND.Funga App você pode fotografar e enviar imagens de macrofungos para classificação automática pela Inteligência Artificial que nós desenvolvemos e, assim, ficar sabendo que fungo você fotografou. Você pode também, se desejar, participar do projeto como pesquisador ou naturalista amador e coletar fotos de novos espécimes e contribuir para o acervo de imagens do nosso Projeto.

The MIND.Funga App employs a technique of the field of Robotic Vision called Artificial Intelligence with Deep Learning Neural Networks in order to classify the images of specimens of macrofungi that you will be sending to it. It also employs Deep Learning to learn new images and new species fed to it by researchers that participate on our project.

With the MIND.Funga App you can photograph and upload images of macrofungi for automatic recognition by the artificial intelligence that we developed and, so, know which fungus you have photographed. You can also, if you want, participate in our project as a researcher or amateur naturalist and collect photographs of new specimens and contribute to the image collection of our Project.

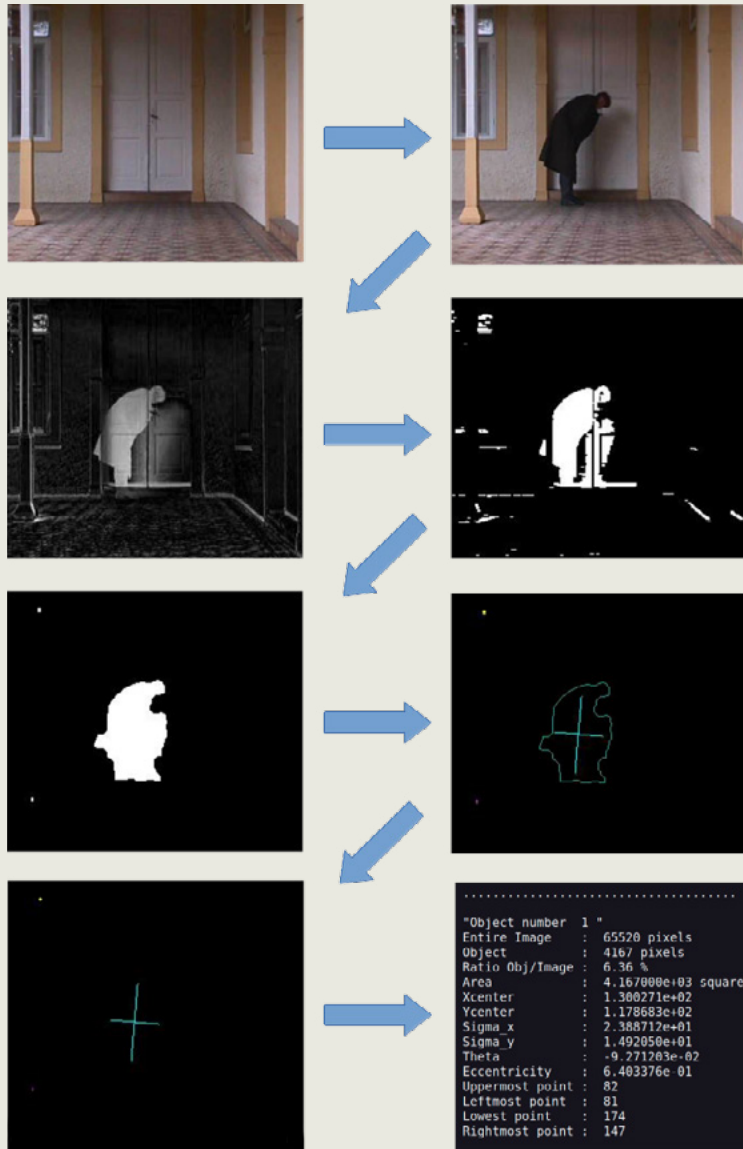


FIGURA 12.
Visão computacional clássica: vários passos para extrair características.

FIGURE 12.
Classic computer vision: several steps to extract features.

O que é a Visão Robótica?

Também chamada de Visão Computacional, é o conjunto de técnicas de programação e modelos matemáticos que nós utilizamos para desenvolver programas de computador que são capazes de “enxergar”, isto é, compreender e classificar o conteúdo de imagens ou vídeos.

A ideia básica da Visão Computacional é você tomar uma imagem e gradativamente ir *simplificando* e extraíndo características importantes dessa imagem até você ter uma versão abstrata da imagem, que descreve só os objetos que você está procurando, através de alguns poucos parâmetros matemáticos, ou *características*. A visão computacional começou a ser desenvolvida na década de 1960 mas, longe de produzir robôs

What is Robotic Vision?

Also called *Computer Vision*, it is the set of programming techniques and mathematical models that we use in order to develop computer programs that are able to “see”, that is, understand and classify the content of images or videos.

The basic idea of computer vision is that you take an image and gradually simplify it and extract important features from this image until you have an abstract version of the image that describes only the objects you’re looking for, through only a few mathematical parameters or characteristics. Computer vision began to be developed in the 1960s but, far from producing robots that see everything and will dominate the world, during many decades

que enxergam tudo e ameaçam dominar o mundo, durante muitas décadas essa área da Ciência da Computação esteve limitada a desenvolver programas que sempre só conseguiam resolver um problema: ou identificar um intruso em uma câmera de vigilância, ou identificar um tumor em um exame de tomografia, ou identificar nuvens de tempestade em uma imagem de satélite. Os programas não eram capazes de aprender coisas novas e para cada problema diferente eram necessários anos de pesquisa para desenvolver um novo programa.

this area of the Computer Sciences was limited to developing computer programs that always were able only to solve one single, very specific problem: to identify and intruder on security camera images, or to identify a tumor in a tomographic examination, or to identify storm clouds on satellite images. These programs were not able to learn new things and, for each different problem, many years of research were necessary to develop a new program.

E o que é a Inteligência Artificial?

É o conjunto de técnicas de programação e modelos matemáticos que permite você desenvolver programas de computador que possuem algum tipo de *comportamento inteligente*. É um dos comportamentos inteligentes que mais interessam a nós é a *capacidade de aprender*. Aqui entram as redes neurais.

Então, o que são Redes Neurais?

Sim, são programas de computador, inicialmente inventados também na década de 1960, que simulam o funcionamento de partes do tecido cerebral de animais. Para isso, esses programas possuem modelos computacionais de neurônios e de como esses neurônios são conectados entre si e como respondem a estímulos.

And what is Artificial Intelligence?

It is that set of programming techniques and mathematical models that allow you to develop computer programs that show some kind of intelligent behavior. and one of the intelligent behaviors that interest us most is the ability to learn. Enter the neural networks.

Then, what are Neural Networks?

They are computer programs, initially also invented in the 1960s, that simulates the workings of parts of the neural structures of animals. For this purpose, these programs possess computational models of neurons and of how these neurons are connected and respond to stimuli. One important feature of neural networks is that

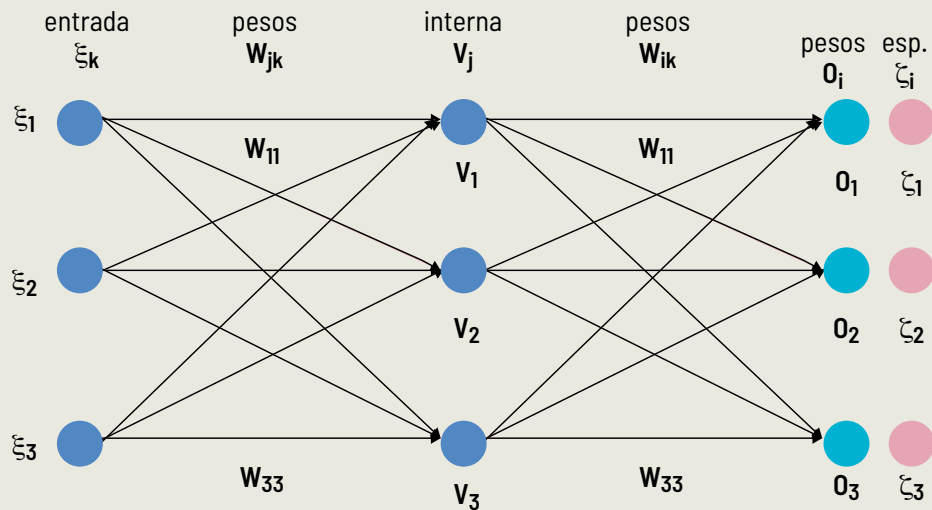


FIGURA 13. Exemplo de uma rede neural clássica, dos anos 1980-90, baseada no “Neurônio de Hebb”. Cada neurônio calcula a soma dos sinais recebidos em suas conexões de entrada, atenuados pelos pesos (w) dessas conexões. Esse valor excita uma função de ativação ($f()$) que gera uma saída (V ou 0), caso esse valor ultrapasse um limiar de excitação θ . A rede é formada por camadas de neurônios, cada camada ligada à próxima.

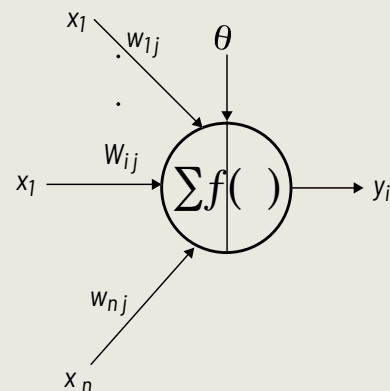


FIGURE 14. Example of a classic neural network from the 1980-90s, based on the “Hebb Neuron”. Each neuron calculates the sum of the signals received through its incoming connections, attenuated by the weights (w) of these connections. This value excites an activation function ($f()$), which generates an output (V or 0), in case this value extrapolates an excitation θ threshold sigma. The network is composed by layers of neurons, each layer fully connected to the next.

Uma característica especialmente importante das redes neurais é que elas são capazes de *aprender*. Você “ensina” uma rede neural apresentando exemplos de estímulos e da resposta que você espera que ela apresente para este estímulo. Uma rotina computacional especial de treinamento passa por toda a rede e fortalece as conexões entre neurônios que geraram uma boa resposta e enfraquece conexões que geraram erros na resposta. Assim a rede neural vai gradualmente modificando as suas conexões de maneira a responder de forma mais “correta” a estímulos.

O ideal seria você juntar a visão computacional e as redes neurais e fazer programas de computador aos quais você poderia ensinar a “aparência” de qualquer coisa, simplesmente mostrando imagens dessa coisa, não?

they are able to learn. you teach a neural network presenting examples of stimuli and of the answer that you expect the network to present for these stimuli. A special computational training routine goes through the whole network and strengthens connections between neurons that generated a good answer and weakens connections that generated errors in the answer. Thus the neural network gradually modifies its connections in order to respond in a “correct” way to the stimuli.

The ideal solution would be to unify computer vision and neural networks and to be able to develop computer programs which could teach the “appearance” of anything, simply showing images of that thing, don’t it?

O problema é que durante muito tempo as redes neurais só foram capazes de processar estímulos simples. Para um programa de computador “entender” o conteúdo de uma imagem, não basta ele “decorar” os pixels de uma imagem. Se você fizer isso, a rede só vai aprender aquela uma imagem específica. O programa precisa ser capaz de aprender a extrair aquelas informações simplificadas, as “características essenciais” da imagem, que permitem dizer se a imagem contém um fungo, um navio, ou um cavalo, independentemente deste cavalo ser malhado ou marrom e de estar olhando para direita ou para esquerda.

Tudo isso mudou em 1998, quando um pesquisador francês chamado Yann LeCun¹ sugeriu que redes neu-

¹ Hoje Diretor de Inteligência Artificial da Facebook.
Current Director of Artificial Intelligence at Facebook.

The problem is that for a long time neural networks were able only to process simple stimuli. For a computer program to be able to learn to understand the content of an image, it does not suffice to “learn by heart” the pixels of an image. If you do that, it will only be able to identify that specific image. What the program needs to be able to learn is how to extract those simplified features, the “essential characteristics” of an image, that will allow it to tell that an image contains a fungus, a ship, or a horse, independently of this horse being brown or black, or being looking to the right or to the left.

Everything changed in 1998, when a French researcher named Yann LeCun¹ suggested that neural networks, instead of simply learning

rais, ao invés de apenas aprenderem a modificar as conexões entre neurônios, aprendessem *filtros*, que modificam o sinal que passa de um neurônio para outro de uma forma bem mais complexa do que simplesmente fortalecendo ou atenuando este sinal. Filtros são operadores muito poderosos em visão computacional, pois eles podem ser adaptados para fazer muitas coisas diferentes, desde eliminar o *chuveiro* de uma imagem até extrair características específicas como linhas retas, curvas e cores, que são elementos importantes no reconhecimento de fungos, por exemplo.

Filtros de imagem se baseiam numa operação matemática, que é a *convolução*. Mesmo que você não seja da área tecnológica, você vai lembrar da matemática da escola, onde você aprendeu a fazer multiplicação de matrizes. Um filtro de

how to adapt connections between neurons, should learn filters that modify the signal that passes from one neuron to the other in a much more complex way than simply attenuating or enhancing this signal. Filters are extremely powerful operators in computer vision, because they can be adapted to do many different things, from despeckling an image up to extract specific features such as straight lines, curves and colors, which are important elements in the recognition of fungi, for example.

Image filters are based upon a mathematical operation called convolution. Even if you are not from the technology area, you will remember math from school, where you learned matrix multiplication. A convolution filter is exactly that:

0	0	0	0	0	0
0	105	102	100	97	96
0	103	99	103	101	102
0	101	98	104	102	100
0	99	101	106	104	99
0	104	104	104	100	98

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

Matriz de convolução
Convolution matrix

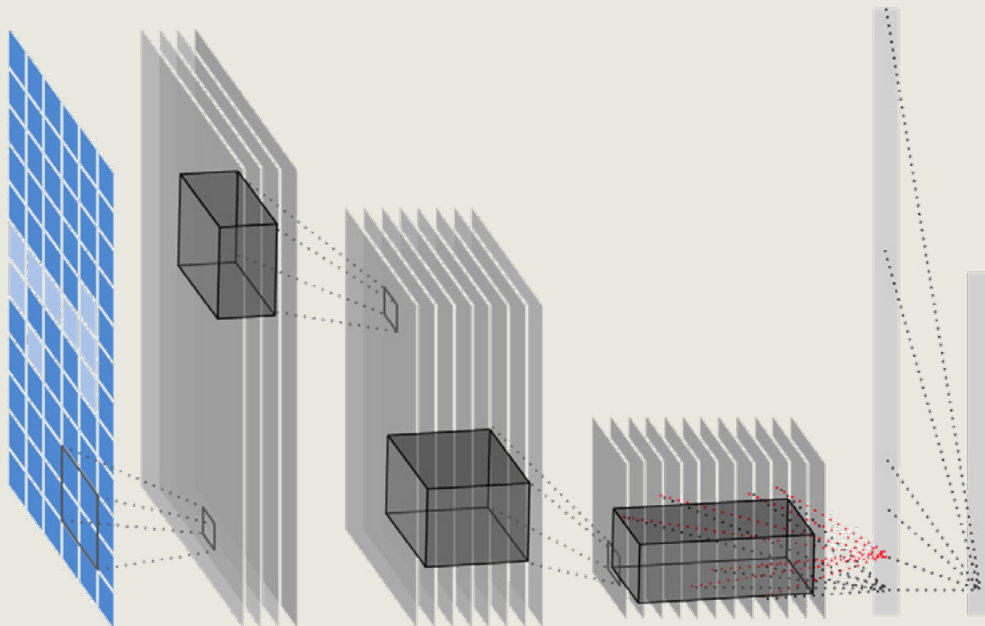
imagem convolvida
(resultado para pixel 105)
Convolved image
(result for the 105th pixel)

320					

Imagem de entrada
input image

$$\begin{aligned}
 &0 * 0 + 0 * -1 + 0 * 0 \\
 &+ 0 * -1 + 105 * 5 + 102 * -1 \\
 &+ 0 * 0 + 103 * -1 + 99 * 0 = 320
 \end{aligned}$$

Cálculo da convolução para o pixel de valor 105
Convolution calculation for the 105th value pixel



convolução é isto: é uma matriz pequena que você vai passando por cima de uma outra matriz bem maior, a sua imagem, e vai multiplicando cada ponto da imagem e sua vizinhança. O resultado é uma nova imagem filtrada, onde uma determinada característica foi ressaltada ou alguma coisa que não queremos foi apagada.

E assim nasceu o casamento entre a inteligência artificial e a visão computacional: as **Redes Neurais Convolucionais**, também chamadas de redes neurais de aprendizado pro-

a small matrix that you will pass over a larger matrix, your image, and multiply it by each pixel and its vicinity. The result is a new, filtered image, where a particular feature was enhanced or something that we do not want was deleted.

*So was born the marriage between artificial intelligence and computer vision: the **Convolutional Neural Networks**, also called **Deep Learning Neural Networks**. They possess many, many layers of neurons and, between these layers, instead*

FIGURA 15. Uma conexão de entrada em uma camada de rede neural convolucional não é simplesmente modulada apenas por um peso, mas sim por uma matriz de convolução, que realiza um cálculo sobre uma região da camada anterior. O processo de aprendizado modifica e adapta a matriz, além de poderem existir várias matrizes que são aprendidas ao mesmo tempo.

FIGURE 15. An input connection in a convolution neural network layer is not simply modulated by its weights, but also by a convolution matrix that performs a calculation on a region of the preceding layer. The learning process also modifies and adapts this matrix, besides the possibility that there can be several matrices that are learned at the same time.

fundo. Elas possuem muitas e muitas camadas de neurônios e, entre as camadas, ao invés de aprenderem apenas conexões entre neurônios, estas redes aprendem vários conjuntos de filtros de imagem.

A partir de meados da década de 2010 esta se tornou a principal tecnologia de processamento de imagens. Ela permite você ensinar um programa de computador a aprender filtros sucessivos que ele pode usar para ir gradativamente modificando, simplificando e extraindo características de imagens, de forma que ao final ele seja capaz de classificar o que é importante dentro de uma imagem e dizer o que é que aquela imagem está representando.

É isso que nós estamos fazendo no MIND.Funga: o **MIND.Fung App** que você pode acessar no seu celular possui a última versão da nossa

of learning only strengths of connections between neurons, these networks learn and adapt several sets of image filters.

From the mid 2010s on this became the main image processing technology. It allows you to teach a computer program to learn successive filters that it can then use in order to gradually modify, simplify and extract image features in a way that, in the end, it will be able to classify what is important inside this image and tell you what this image is representing.

*This is what we are doing in the MIND.Funga project: the **MIND.Funga App** that you can access on your phone has the last version of our convolutional neural network for the recognition of macrofungi. It was trained on our image data-*

rede neural convolucional para a classificação de macrofungos. Ela foi treinada com a nossa base de imagens, que foi construída com imagens coletadas por nossos pesquisadores e muitas imagens contribuídas por pesquisadores de outras universidades e também por muitos naturalistas amadores que têm enviado as suas imagens para nós. Nós regularmente curamos e classificamos estas imagens, para garantir que só as de melhor qualidade e só os espécimes corretamente identificados integrem a nossa base de dados e, a seguir, retreinamos a nossa rede neural de forma que ela agora conheça mais espécimes e, eventualmente também, novas espécies.

Por isso é importante você seguir este protocolo fotográfico à risca: todas as imagens que foram usadas para treinar a nossa rede neu-

set, which was built from images collected by our researchers and many more images which were contributed by many amateur naturalists who have been sending us their images. We regularly curate and classify these images, in order to guarantee that only those of the best quality and only the correctly classified specimens will come to integrate our database. Afterwards we retrain our neural network, so that it will now be able to recognize more specimens and, eventually also new species.

For this reason it is important that you follow this photographic protocol strictly: all images that were used to train our neural network were captured using this protocol. This was done in this manner in order to evidentiate the fungus

ral foram capturadas utilizando-se este protocolo. Isso foi feito assim para ressaltar o fungo e ensinar à rede características do fungo e não, por exemplo, do substrato onde o fungo se encontra ou da vegetação que está na vizinhança do fungo. A rede não “conhece” fungos fotografados de outra forma e, se você enviar imagens adquiridas de um jeito muito diferente, o MIND.Funga App provavelmente vai classificá-las de forma incorreta.

Isto é ainda mais importante se você já está contribuindo ou está pensando em contribuir para o MIND.Funga: para expandir a nossa base de dados nós necessitamos de espécimes adquiridos criteriosamente e que representem imagens que possam contribuir para melhorar a acurácia de classificação do MIND.Funga App no futuro.

and teach the network important features of the fungus and not, for example, features of the substrate where the fungus is found or of the vegetation that is in the vicinity of the fungus. The network does not “know” fungi photographed in a different manner and, if you send images acquired in a very different way, the MIND.Funga App will probably classify them incorrectly.

This is even more important if you are already contributing or is intending to contribute for the MIND.Funga: in order to expand our database we need specimens acquired criteriously and that represent images that will be able to contribute to enhance the classification accuracy of the MIND.Funga App in the future.

Colaboração na construção do aplicativo

Participe do projeto disponibilizando suas fotos.

Para um bom funcionamento do aplicativo MIND.Funga é necessário que a base de dados utilizada para treinar a rede neural artificial (inteligência artificial) seja abastecida constantemente e seja composta por um número expressivo de fotografias de boa qualidade e de um número representativo de táxons.

O aplicativo tem por meta ser inicialmente disponibilizado com 500 táxons, mas ao longo dos

Collaboration to build the app

Take part in the project sharing your photographs

For the proper operation of the MIND.Funga app, it is necessary that the database used to train the artificial neural network (artificial intelligence) be constantly supplied and composed of an expressive number of good quality photographs and a representative number of taxa.

MIND.Funga app aims to be initially available with 500 taxa, but over the years, we would like to incorporate the largest possible number

anos, gostaríamos de incorporar o maior número possível de espécies de macrofungos neotropicais através da inserção colaborativa de novas imagens.

As fotografias podem ser disponibilizadas por qualquer usuário, de modo que estas passarão pela curadoria de especialistas para terem a identidade reconhecida e/ou confirmada. Somente então serão incluídas no banco de imagens do aplicativo para que sejam utilizadas no treinamento da rede neural artificial responsável pelo reconhecimento de espécies de macrofungos. Este tem por proposta ser periodicamente atualizado e verificado sua acuracidade.

of Neotropical macrofungi species through the collaborative insertion of new images.

The photographs can be made available by any user, so that they will be curated by specialists to have their identification recognized and / or confirmed. Only then they will be included in the app's image bank so that they can be used in the artificial neural training network responsible for the macrofungi species recognition. This proposal is to be periodically updated and checked for accuracy.



MIND.Funga

Seja um colaborador dessa ideia! | Support this idea!

<https://mindfunga.ufsc.br/>

APOIO / SUPPORT



REALIZAÇÃO / COORDINATION

