

PROJETO “SAÚDE DIGITAL PARA O ENFRENTAMENTO DA COVID-19 NOS TERRITÓRIOS DO DISTRITO FEDERAL”

*SubProjeto ExpirIA*

**Relatório da equipe**

| <b>NOME</b>                   | <b>CPF</b>   | <b>E-MAIL</b>             | <b>SOLICITANTE DE BOLSA? (SIM OU NÃO)</b> |
|-------------------------------|--------------|---------------------------|---|
| Fábio Luiz Daudt de Moraes    | 055816927-93 | fabio.daut@fiocruz.br     | sim                                       |
| Igor Machado de Castro        | 087187567-51 | igor.machado@fiocruz.br   | sim                                       |
| Klena Sarges Marruaz da Silva | 566401295-15 | klena.silva@fiocruz.br    | sim                                       |
| Gustavo Macêdo Jordão         | 138320087-48 | gustavo.jordao@fiocruz.br | não                                       |

**Maio/2022**

Realização:



Coordenação de Atenção Primária à Saúde (CoAPS)



Apoio:



Patrocínio:



## 1. Identificação do protótipo

- Nome do produto/solução: ExpirIA
- Objetivo geral do protótipo

Auxiliar na detecção e apoio ao diagnóstico de casos de COVID-19 ou COVID-19 associados à tuberculose e pneumonias causadas por fungos em radiografias torácicas e tomografias por meio de software apoiado em inteligência artificial (IA).

- Link Github com o que foi desenvolvido até o momento:

<https://github.com/MachadoDeCastro/ExpirIA>

- Quantos por cento do protótipo foi desenvolvimento até o momento?

100% (para COVID-19 e tuberculose)

## 2. Detalhamentos da prototipação até o momento

- O que foi realizado até o momento em relação ao produto digital?

### ***Planejamento da arquitetura do projeto, seleção das bases de dados disponíveis (datasets de imagens)***

A aplicação/interface do sistema web foi concluída. O front-end foi construído em HTML, CSS e Javascript. Para tal, foi utilizado o TensorFlow.js, uma biblioteca de JavaScript para treinar e implantar modelos de *machine learning* no navegador. Foi utilizada a linguagem Python e biblioteca TensorFlow para aprendizagem de máquina baseado em aprendizagem profunda em redes neurais.

Em relação ao host, provisoriamente, o protótipo se encontra em ambiente local. Posteriormente, poderá ser hospedado tanto em nuvem quanto no ambiente do cliente.

Não há, por enquanto, inserção de dados textuais. Caso haja, os dados podem ficar abertos ou não, de acordo com a necessidade. De qualquer forma, as imagens das radiografias ou tomografias são anonimizadas.

O código é de fácil manutenção e espaço de armazenamento necessário para a aplicação é pequeno também (cerca de 100 Gb de armazenamento).

O sistema gera uma saída, que é a predição da doença de acordo com a imagem.

Visualize o protótipo no link do GitHub: <https://github.com/MachadoDeCastro/ExpirIA>

Vide também Anexo I com prints do *front end* da aplicação Web do protótipo.

Realização:

Apoio:

Patrocínio:

### **Descrição dos elementos básicos de design e variáveis de classe/funcionalidades**

O protótipo foi desenvolvido com interface minimalista de forma a facilitar a usabilidade onde o usuário irá clicar em “upload” e selecionar a imagem do raio x ou tomografia salva no seu HD ou acessar a câmera do PC para leitura da imagem do exame e, automaticamente, o software fará a predição informando, inclusive, a porcentagem de chance de haver um padrão da doença selecionada na imagem (vide filme 1 do protótipo nesse link: <https://youtu.be/ajumfC1d30w> ).

A partir da aquisição da imagem, a aplicação web transporta a informação da imagem até a nuvem computacional onde estão os datasets de imagens das doenças previamente classificadas e realizar a predição do diagnóstico, apresentando ao usuário o percentual de chances do pacientes portar as pneumonias infecciosas identificadas.

A aplicação web é de visão computacional utilizando modelo de classificação no qual a captura da imagem é o dado de entrada a ser analisado pelo modelo de *deep learning* a fim de classificar a imagem de acordo com o treinamento, com maior nível de acurácia possível.

Também é possível acessar links para orientação sobre diagnóstico/manejo da doença, caso a predição seja em valor maior que 50% (vide filme 2 do protótipo nesse link: <https://youtu.be/8-ohENBFSxs> ).

Não será possível simular o uso de webcam para aquisição de imagem no protótipo inserido no GitHub porque os navegadores possuem um mecanismo de segurança. Para liberar o uso da webcam no protótipo, é preciso certificado SSL para habilitar a camada de segurança.

### **Busca de datasets para as doenças a serem classificadas, seleção dos datasets de imagens, Prova de conceito e implementação da classe descrita**

Foi possível acessar bancos de imagens de tomografias e radiografias de pacientes com tuberculose e COVID-19 e pacientes hígidos, os quais foram utilizados para classificação e aplicação das técnicas de *machine learning* que dão suporte ao funcionamento do software.

O *dataset* de tomografias relacionadas a pneumonias fúngicas foram solicitados por meio de e-mails aos coordenadores de pesquisas que utilizaram essas imagens em artigos científicos e que são vinculados às instituições Imperial Biomedical Research Centre, ITMAT Data Science Group, Imperial College London (Reino Unido); Alfred Health and The University of Melbourne (Australia) e rede europeia CPA, uma network focada em aspergilose pulmonar crônica (CPAnet) (vide e-mails no Anexo II).

Até a presente data, só recebemos resposta da mensagem enviada para a CPAnet por meio de contato da European Respiratory Society com um aceno de possibilidade de parceria com membros da rede. Porém, continuamos sem acesso a um dataset das pneumonias fúngicas que seja grande o suficiente para realizar a aplicação das técnicas de *machine learning* para uso no ExpirIA. Como não encontramos *datasets* públicos disponíveis no Brasil, continuamos aguardando o acesso aos datasets estabelecidos em outros países.

Em adição, estamos em parceria com o Dr. Mauro Niskier Sanchez (UnB) que está nos auxiliando a encontrar possíveis bancos de imagens de pneumonias fúngicas no país e irá colaborar com a

Realização:



Coordenação de Atenção  
Primária à Saúde (CoAPS)



Apoio:



Patrocínio:



equipe na prospecção de parcerias e produção científica a partir dos resultados da validação e uso do ExpirIA. Há a possibilidade de parceria o Prof. Domênico Capone (IDT-UFRJ) que está em prospecção.

Os *datasets* encontrados de COVID-19 e tuberculose acesso livre estão listados nos relatórios anteriores.

### **Busca de boletins epidemiológicos e informações sobre normativa de manejo clínico das doenças**

Durante o desenvolvimento do protótipo realizamos uma busca de informações epidemiológicas em boletins oficiais e artigos científicos acerca da prevalência de casos de pneumonia fúngica no DF.

Também foi realizada busca dos manuais e notas técnicas de orientação do manejo clínico no diagnóstico definitivo de COVID-19, tuberculose e das pneumonias fúngicas (lista presente no relatório 2) para que o software também oriente os médicos usuários quanto ao encaminhamento do caso e notificações, após a predição positiva e confirmação do caso por testes laboratoriais.

Lista de documentos acessados e disponíveis por meio de link na versão atual do protótipo do ExpirIA:

COVID-19 - MANEJO CLÍNICO – Orientação dinâmica – Organização Panamericana de Saúde (OPAS) - Disponível em:

[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53296/OPASWBAPHECOVID-19210008\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53296/OPASWBAPHECOVID-19210008_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Protocolo de vigilância da infecção latente pelo *Mycobacterium tuberculosis* no Brasil – Ministério da Saúde – 2018 – Disponível em:

[https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo\\_vigilancia\\_infeccao\\_latente\\_mycobacterium\\_tuberculosis\\_brasil.pdf](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_vigilancia_infeccao_latente_mycobacterium_tuberculosis_brasil.pdf)

### **Reuniões realizadas com equipe Hackatona**

Durante os meses de prototipação foram realizadas 3 reuniões com a equipe Hackatona onde pudemos ouvir mais uma vez os profissionais da SES-DF

Em 21 de março, reunimos com a equipe da Hackatona para alinhamentos após entrega do 1º relatório e informações sobre bolsas.

Em 31 de março, reunimos para alinhamento técnico com as equipes da CTINF e DGIE da SES/DF a respeito da compatibilidade dos sistemas utilizados pela SES com a solução elaborada, onde compreendemos que seria possível a utilização da infraestrutura da nuvem do GDF para o banco de dados e possibilidade de integração com a PICAPS para armazenamento dos datasets gerados com o uso do ExpirIA.

Ainda em abril, conforme já relatado, reunimos com o Dr. Mauro Niskier para orientação acerca de acesso aos datasets de pneumonias fúngicas.

Realização:



Coordenação de Atenção  
Primária à Saúde (CoAPS)



Apoio:



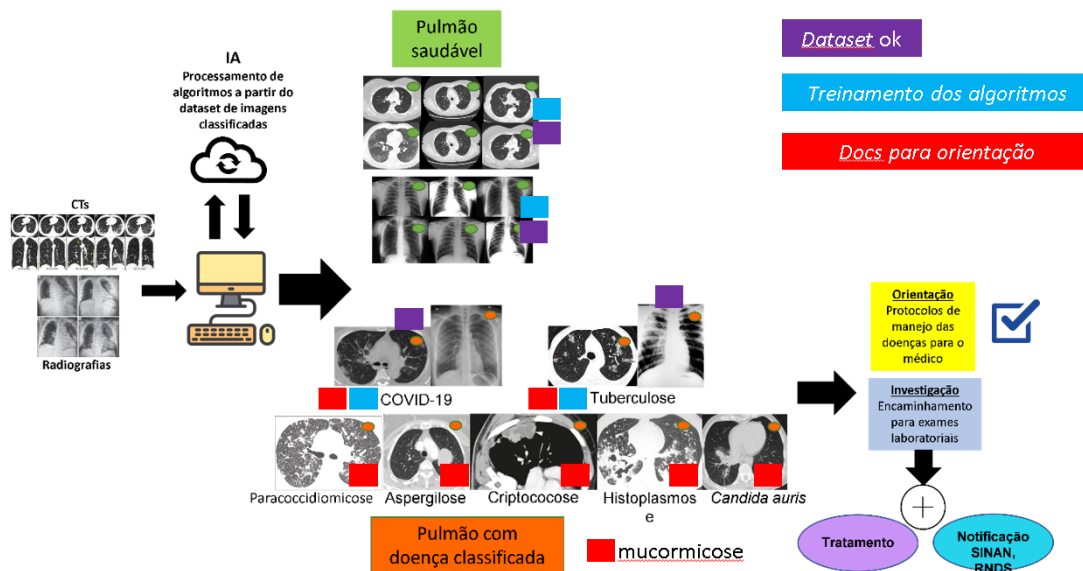
Patrocínio:



### Status para classificação das doenças alvo e desenvolvimento da interface:

- Foi desenvolvida a aplicação web do software em substituição à interface app
- Diagnóstico preditivo de tuberculose a partir de imagens de radiografias: protótipo pronto
- Diagnóstico preditivo de COVID-19 a partir de imagens de tomografias: protótipo pronto
- Diagnóstico preditivo de pneumonias fúngicas a partir de imagens de tomografias: datasets em prospecção

Figura 1: Fluxograma de funcionamento do app ExpirIA com fases concluídas



### 3. Desafios

- Quais os desafios éticos para implementação da solução?

Como se pretende a formação de um banco de dados proveniente de imagens destas doenças (COVID-19, tuberculose e pneumonias fúngicas), coletadas a partir de exames por imagem realizados em pacientes do DF, necessitamos de autorização do paciente no momento da consulta médica, em respeito à Lei Geral de Proteção de Dados (LEI Nº 13.709, DE 14 DE AGOSTO DE 2018).

Outro desafio é o acesso ao dataset de tomografias de pacientes que foram diagnosticados com alguma das doenças listadas no objetivo específico de apoio ao diagnóstico da solução (paracoccidiomicose, aspergilose, criptococose, mucormicose, Histoplasmos, Candida auris). Não encontramos, até o momento, banco dessas imagens com acesso livre na internet e estamos prospectando profissionais e grupos de estudo que atendem pacientes com essas doenças e possuem estes bancos de imagens, nem no país e nem localizado em outros países.

Realização:

Apoio:

Patrocínio:

- Quais as soluções para superação desses desafios?

Em relação à formação de um banco de dados proveniente de imagens de COVID-19, tuberculose e pneumonias fúngicas, coletadas a partir de exames por imagem realizados em pacientes do DF, a solução seria a aplicação de um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) ao paciente no momento da consulta com o médico que irá atendê-lo na rede pública de saúde do DF para diagnosticá-lo a partir de seus de imagens e laboratoriais. A partir da cessão destas imagens, será necessário armazenar os datasets em uma plataforma segura e controlada pela Fiocruz e pelo SES/DF. Nossa sugestão é a utilização da PICAPS para essa finalidade.

Quanto aos datasets de pneumonias fúngicas, estamos prospectando profissionais e grupos de estudo que atendem pacientes com essas doenças no Brasil, auxiliados pelo Dr. Mauro Niskier (UnB e MS), com possibilidade de parceria científica e para validação ampliada da solução. Em paralelo, solicitamos parceria para acesso conjunto a datasets instituídos em outros países (Reino Unido, Austrália e países europeus).

- Desafio para implementação de um banco de dados proveniente dos pacientes do DF

Para melhor utilização do ExpirIA, há uma necessidade de uso de uma plataforma que possua configuração necessária para armazenar as imagens de radiografias e tomografias pulmonares dos pacientes atendidos pelos médicos que utilizarão o software, de forma a aumentar os *datasets* e deixar mais robusta a resposta de predição por *machine learning* nas próximas versões do ExpirIA.

Atualmente, o SES/DF possui contrato com a empresa TrackCare que armazena dados provenientes de resultados de exames e prontuários de pacientes atendidos na rede pública do DF.

Durante discussão sobre o assunto na reunião de 04 de abril, foi sugerida a consulta da possibilidade de armazenamento destas novas imagens na nuvem do GDF com curadoria da PICAPS. Enviamos então um e-mail aos envolvidos na PICAPS e estamos no aguardo de um feedback para pensarmos juntos em uma solução para o desafio.

#### 4. Próximos passos

- Quais as expectativas para o próximo mês?

Esperamos no próximo mês ter acessado os datasets de imagens de tomografias de pneumonias fúngicas para finalizar essa parte no protótipo do ExpirIA com as predições de diagnósticos para todas as possibilidades de infecções listadas nos objetivos do projeto.

Esperamos também disponibilizar o MVP para primeiro teste em ambiente interno com a ajuda de médicos pneumologistas/infectologistas da rede da SES-DF e iniciar a etapa de desenvolvimento da interface do software com uso de técnicas de UX Design e realizar novas validações, desta vez nos postos de atendimento de pacientes da SES-DF em situações de atendimento real.

Realização:

Apoio:

Patrocínio:

- Implementação da solução

- Informações a respeito da viabilidade, escala e capacidade de replicação:

O software estará disponível na versão web para uso em desktops nos consultórios da rede pública, com possibilidade de uso da câmera de vídeo integrada para captar a imagem de CTs e radiografias não digitalizadas no momento da consulta.

É uma solução inovadora do tipo incremental, melhorando as ferramentas de apoio ao diagnóstico de COVID-19 já existentes, que possibilita o diagnóstico de outras infecções associadas a um quadro de COVID-19 longa, e que pode ser escalada e replicada para uso na rede pública e particular em toda e qualquer região do Brasil e do mundo.

Ao ser implementada na rede pública de atendimento da SES-DF e Ministério da Saúde causará alto impacto na agilidade de diagnóstico e manejo de casos de COVID-19 associados a outras infecções como tuberculose e pneumonias fúngicas, o que repercutirá em uma melhor notificação de casos e diminuição de índices de internação e óbitos associados.

O ExpirIA é uma solução de baixo custo, pois o seu banco de dados poderá ser mantido em nuvem computacional do GDF com curadoria da PICAPS.

Realização:



Coordenação de Atenção  
Primária à Saúde (CoAPS)



Apoio:



Patrocínio:



- Plano de trabalho 2022:

| Etapa                 | Atividade  | Mês de início | Mês final | Produtos/Entrega | Responsável (is)  |
|-----------------------|--|---------------|-----------|------------------|---|
| Elaboração do produto | Registro do software   | MAI           | MAI       |                  | Klena Sarges  |
|                       | Integração de novos datasets e predição para pneumonias fúngicas;<br>Validação com primeiros usuários-teste;<br>Entrevistas com usuários-teste para elaboração de projeto de UX Design e aplicação de nova interface | MAI           | JUN       |                  | Klena Sarges<br>Fábio Daudt<br>Igor Machado<br>Gustavo Jordão<br>Dr. Mauro Niskier<br>Bolsista contratado |
|                       | Iterações  | JUN           | JUL       |                  | Klena Sarges<br>Fábio Daudt<br>Igor Machado<br>Gustavo Jordão   |
|                       | Elaboração de projeto de UX Design<br>Desenvolvimento final de front-end   | JUN           | JUL       |                  | Fábio Daudt<br>Igor Machado<br>Gustavo Jordão<br>Bolsista contratado                                      |
|                       | Nova validação com usuários-teste (versão ampliada na rede pública de atendimento)   | JUL           | JUL       |                  | Klena Sarges<br>Fábio Daudt<br>Igor Machado<br>Gustavo Jordão<br>Dr Mauro Niskier<br>Bolsista contratado  |
|                       | Integração do software a plataformas com interoperabilidade já disponível  | MAI           | AGO       |                  | Fábio Daudt<br>Igor Machado<br>Gustavo Jordão   |
| Entrega               | Entrega final do produto   | AGO           | AGO       |                  | Klena Sarges<br>Fábio Daudt<br>Igor Machado<br>Gustavo Jordão<br>Dr Mauro Niskier<br>Bolsista contratado  |

Realização:

Apoio:

Patrocínio:



- Orçamento previsto

| Descrição  | Valor unitário | Quantidade | Valor Total   | ND     |
|--|----------------|------------|---------------|--------|
| Notebooks de alto desempenho (BR0469795 – CATMAT)  | R\$ 6.247,63   | 3          | R\$ 18.742,89 | 449052 |
| Bolsa de nível médio (experiência de 3 a 4 anos) (3 meses)<br><b>Perfil: desenvolvedor de software</b>   | R\$ 1.910,00   | 1          | R\$ 5.730,00  | 339039 |
| Bolsa nível superior (experiência 4 a 5 anos) (3 meses)<br><b>Perfil: UX Design</b>  | R\$ 4.988,00   | 1          | R\$ 14.964,00 | 339039 |
| Bolsa nível superior (experiência 4 a 5 anos) (3 meses)<br><b>Perfil: profissional de saúde – médico pneumologista ou infectologista ou radiologista</b> | R\$ 4.988,00   | 1          | R\$ 14.964,00 | 339039 |
| Bolsa de inovação* (3 meses)   | R\$ 4.764,89   | 3          | R\$ 42.884,01 | 339039 |
| Contratação de consultoria em uso da LGPD para Plano de Adequação e Gestão do conhecimento e anonimização dos dados                                      | R\$ 15.000,00  | 1          | R\$ 15.000,00 |        |
| <b>Total geral: R\$ 112.284, 90</b>  |                |            |               |        |

\* conforme condições da Fiotec para implementação de bolsas de inovação a servidores Fiocruz (Klena Sarges, Igor Machado e Fábio Daudt)

Realização:

Apoio:

Patrocínio:

# Saúde digital

para o enfrentamento  
da COVID-19 nos  
territórios do  
Distrito Federal

## Anexo I



Realização:



Coordenação de Atenção  
Primária à Saúde (CoAPS)

Secretaria  
de Saúde



Apoio:



Patrocínio:



## Anexo II

27/04/2022 08:36

Email - Klena Sarges Marrvaz da Silva - Outlook

### datasets in CT fungal pneumonias

Klena Sarges Marrvaz da Silva <klena.sarges@fiocruz.br>

Ter, 19/04/2022 17:41

Para: e.angelini@imperial.ac.uk <e.angelini@imperial.ac.uk>

Cc: Laboratorio de Inovação <labdeinovacao.ictb@fiocruz.br>

Hi Dr Angelini

I hope you're fine and healthy.

I'm a researcher in Public Health working at Innovation Lab of the Institute of Science and Technology in Biomodels, a scientific unit from Oswaldo Cruz Foundation (Brazil).

We develop technological solutions applied to public health in Brazil and at this moment we're developing a app to help the diagnosis on long COVID-19 plus coinfections with /.

I read your article in the [Mycopathologia](#) (Very good article!).

We are interested in accessing the CT dataset of patients with fungal pneumonias, because it's not easy to find CT images for these diseases in Brazil. Can you help us to access some CT dataset to apply machine learning in our project? We would like to do as a partnership through scientific cooperation.

Thanks for your attention. Any help will be important to us. We'll wait your answer.

Best regards,

### Klena Sarges

Pesquisadora em Saúde Pública/Researcher in Public Health

CRMV RJ 13979/DVM

Laboratório de Inovação/Innovation Lab

Instituto de Ciência e Tecnologia em Biomodelos (ICTB)/Institute of Science and Technology in Biomodels

FIOCRUZ/Oswaldo Cruz Foundation

Rio de Janeiro-RJ

Brasil

55 21 3194-8480

[www.fiocruz.br](http://www.fiocruz.br)

### Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz): Ciência e tecnologia em saúde para a população brasileira

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) tem como objetivos promover a saúde e o desenvolvimento social, gerar e difundir conhecimento científico e tecnológico, ser um agente da cidadania.

[www.fiocruz.br](http://www.fiocruz.br)



Realização:



Coordenação de Atenção Primária à Saúde (CoAPS)



Apoio:



Patrocínio:



27/04/2022 08:36

Email – Klena Sarges Marrvaz da Silva – Outlook

## datasets

Klena Sarges Marrvaz da Silva <klena.sarges@fiocruz.br>

Ter, 19/04/2022 12:16

Para: m.ananda-rajah@alfred.org.au <m.ananda-rajah@alfred.org.au>

Cc: Laboratorio de Inovação <labdeinovacao.ictb@fiocruz.br>

Hi Dr Michele

I'm a researcher in Public Health working at Innovation Lab of the Institute of Science and Technology in Biomodels, a scientific unit from Oswaldo Cruz Foundation (Brazil). We develop technological solutions applied to public health in Brazil and at this moment we're developing a app to help the diagnosis on long COVID-19 plus fungal pneumonias. I read your article on Journal of Biomedical Informatics and others from your team (congratulations! Very good articles!).

So, We have interesting in collaboration with your team by sharing of CT datasets from patients with fungal pneumonia because these dataset are very rare in Brazil.

If will be possible to access the CT dataset that you have access to apply machine learning in our project, we can share the the datasets acquired here in Brazil while using the software in the public health network. And we can publish together too.

Thanks for your attention. Let us know if it's interesting to you.

Best regards,

## Klena Sarges

Pesquisadora em Saúde Pública/*Researcher in Public Health*

CRMV RJ 13979/DVM

Laboratório de Inovação/*Innovation Lab*

Instituto de Ciência e Tecnologia em Biomodelos (ICTB)/*Institute of Science and Technology in Biomodels*

FIOCRUZ/*Oswaldo Cruz Foundation*

Rio de Janeiro-RJ

Brasil

55 21 3194-8480

<https://portal.fiocruz.br/>



ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5996-490X>

Realização:



Coordenação de Atenção  
Primária à Saúde (CoAPS)



Apoio:



Patrocínio:



Enquiry <enquiry@ersnet.org>

Qua, 20/04/2022 08:14

Para: Kléna Sarges Marrvaz da Silva <klena.sarges@fiocruz.br>

Dear Kléna Sarges,

Many thanks for your message. I'm writing to let you know that it was received and that I have forwarded it to my colleagues in the scientific department to best be able to respond to you.

With kind regards,  
Amy



**ERS**

Amy Auer

European Respiratory Society Membership Coordinator

D +41 21 213 01 42 F +41 21 213 01 04

ERS Headquarters 4, Avenue Ste-Luce 1003 Lausanne Switzerland

Central T +41 21 213 01 01 F +41 21 213 01 00 Wersnet.org

Hours: Monday, Tuesday, Wednesday (7:30-11:30), Thursday, Friday (13:00-17:00)



**ERS**

EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY  
INTERNATIONAL CONGRESS 2022  
BARCELONA Spain, 4 - 6 September



From: ERS - European Respiratory Society <info@ersnet.org>

Sent: mardi, 19 avril 2022 21:53

To: Enquiry <enquiry@ersnet.org>

Subject: New submission from Contact us

**Your name**

Kléna Sarges

**Your email**

[klena.sarges@fiocruz.br](mailto:klena.sarges@fiocruz.br)

**Subject**

Other

**Message**

Hi colleagues

I am a researcher in Public Health at the Innovation Laboratory of the Institute of Science and Technology in Biomodels, a scientific unit of the Oswaldo Cruz Foundation (Brazil).

We have developed technological solutions applied to public health in Brazil and we are currently developing an application to assist in the diagnosis of COVID-19 with fungal pneumonia coinfection.

We are interested in accessing the CT dataset of patients with chronic pulmonary aspergillosis, as we cannot easily find CT images for this disease in Brazil.

We are interested in collaboration. Could you help us to reach a group which we can access the dataset and carry out scientific cooperation?

Thanks for your attention. Let us know if it's interesting to you.

Best regards,

<https://outlook.office365.com/mail/sentitems/AAQkADkzYjBhNWFMlTU5NTkNGMwMC04YWNlLWVjODQwNzhmZWESYwAQAHmCFDjTCAAd...> 1/2

Realização:



Ministério da Saúde

FIOCRUZ  
Fundação Oswaldo Cruz  
Colaboratório de Ciência,  
Tecnologia e Sociedade (CTS)  
Brasília



Coordenação de Atenção  
Primária à Saúde (CoAPS)



Secretaria  
de Saúde

Apoio:



Brasília

Patrocínio:

