

Construindo um sistema inteligente para detecção de insuficiência respiratória

Vitor Daisuke Tamae¹

¹ Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo

Introdução

A insuficiência respiratória é um sintoma médico resultante da troca inadequada de gases feita pelo sistema respiratório. Em 2020, ela foi identificada como sintoma grave da infecção por COVID-19 [6], acompanhada da *hipoxemia silenciosa*, baixa concentração de oxigênio no sangue sem causar falta de ar [7]. A dificuldade em se diagnosticar a condição levou a diversas tentativas de se realizar um pré-diagnóstico do sintoma.

Motivação

O SPIRA é um projeto de pesquisa criado para identificar a insuficiência respiratória a partir de gravações de áudio da fala utilizando modelos de Machine Learning [2].

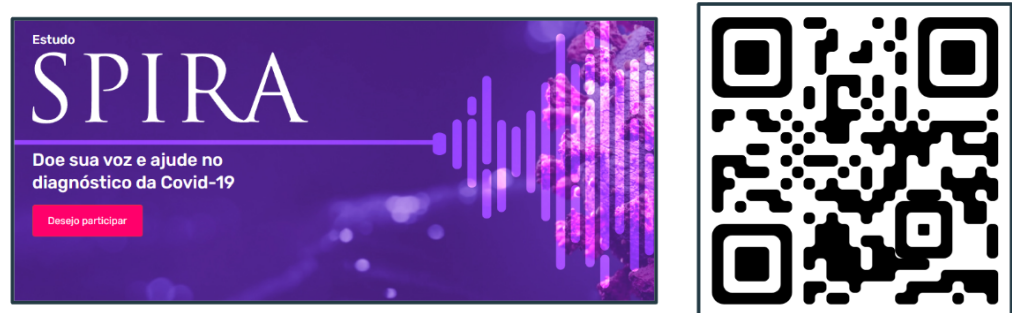


Figura 1: **Projeto SPIRA**: os novos modelos do SPIRA serão submetidos a uma validação feita por equipes médicas

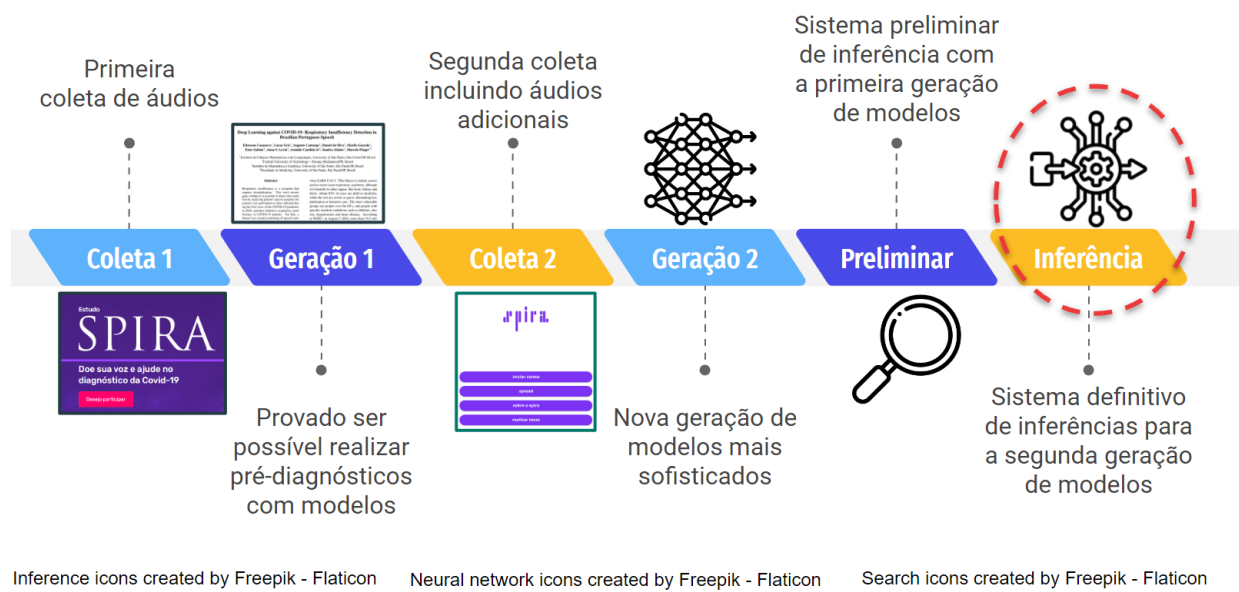


Figura 2: **Linha do tempo do projeto**: inexistia um sistema que possa ser utilizado para realizar inferências com os novos modelos.

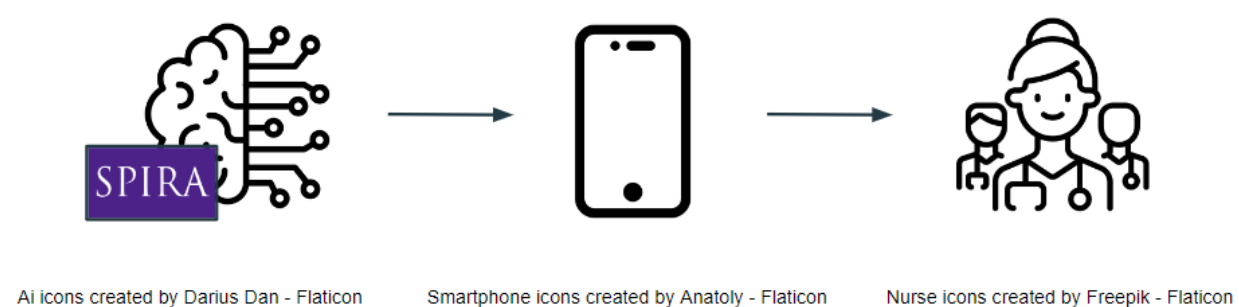


Figura 3: Este trabalho tem como objetivo **possibilitar que profissionais da área da saúde façam pré-diagnósticos de insuficiência respiratória utilizando modelos do SPIRA**.

Conceitos

Este projeto é o desenvolvimento de um sistema de microsserviços reativos inteligentes.



Diagrama 1: **Sistemas Inteligentes** são sistemas que utilizam inteligência artificial, geralmente produzida via machine learning, para alcançar um objetivo [5].

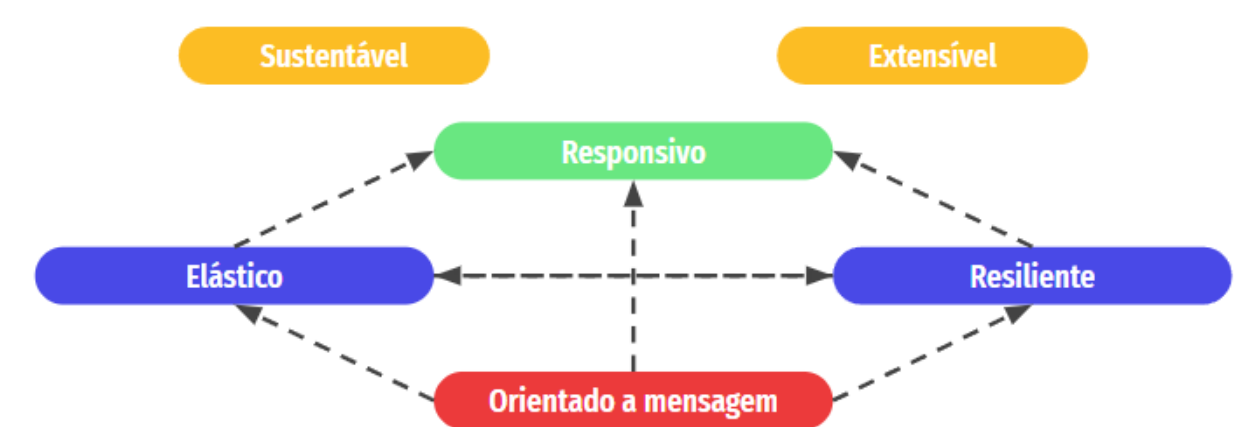


Diagrama 2: **Microsserviços Reativos** são um conjunto de serviços independentes com escopo limitado a uma funcionalidade que se comunicam de forma assíncrona [4, 1].

Desenvolvimento

Arquitetura

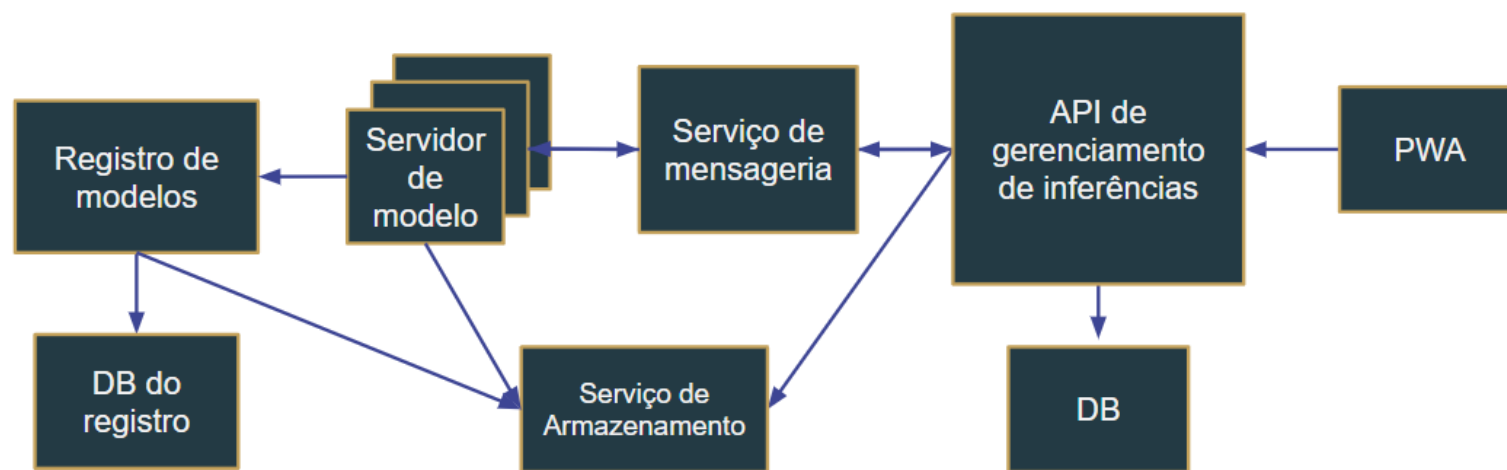


Diagrama 3: **Arquitetura de sistema de inferência**: requisições de inferência são enviadas ao serviço API. Um servidor recupera o modelo do registro, processa a mensagem e realiza o pré-diagnóstico.

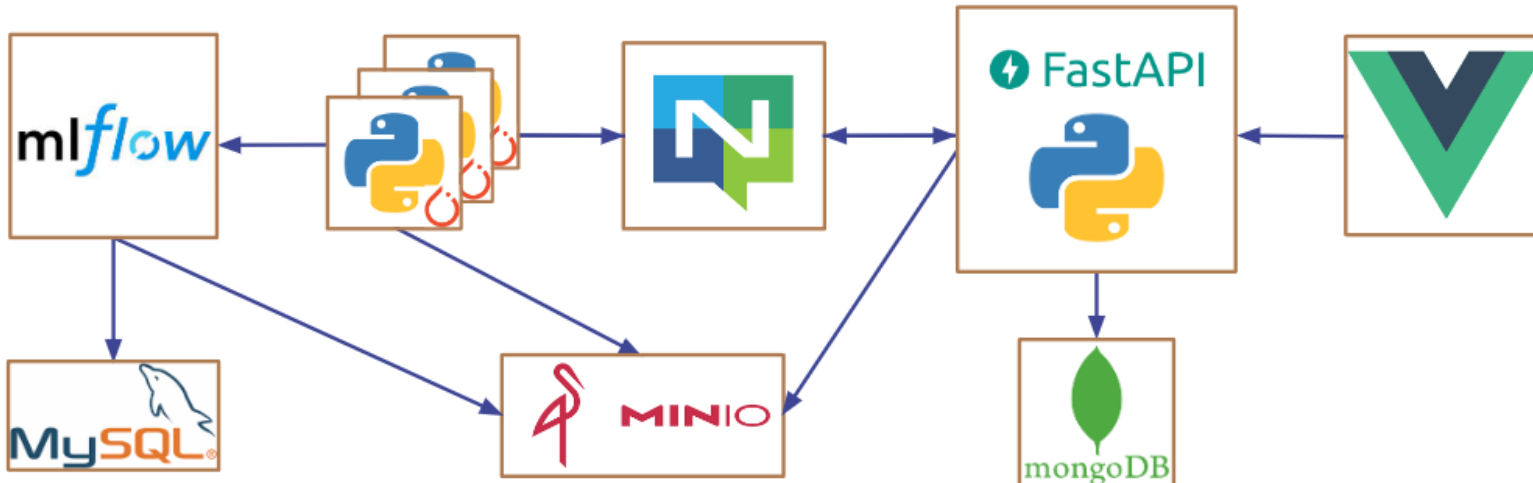


Diagrama 4: **Tecnologias utilizadas**: soluções utilizadas para cada componente da arquitetura. Cada serviço é um docker container com exceção do PWA desenvolvido com o Vue framework.

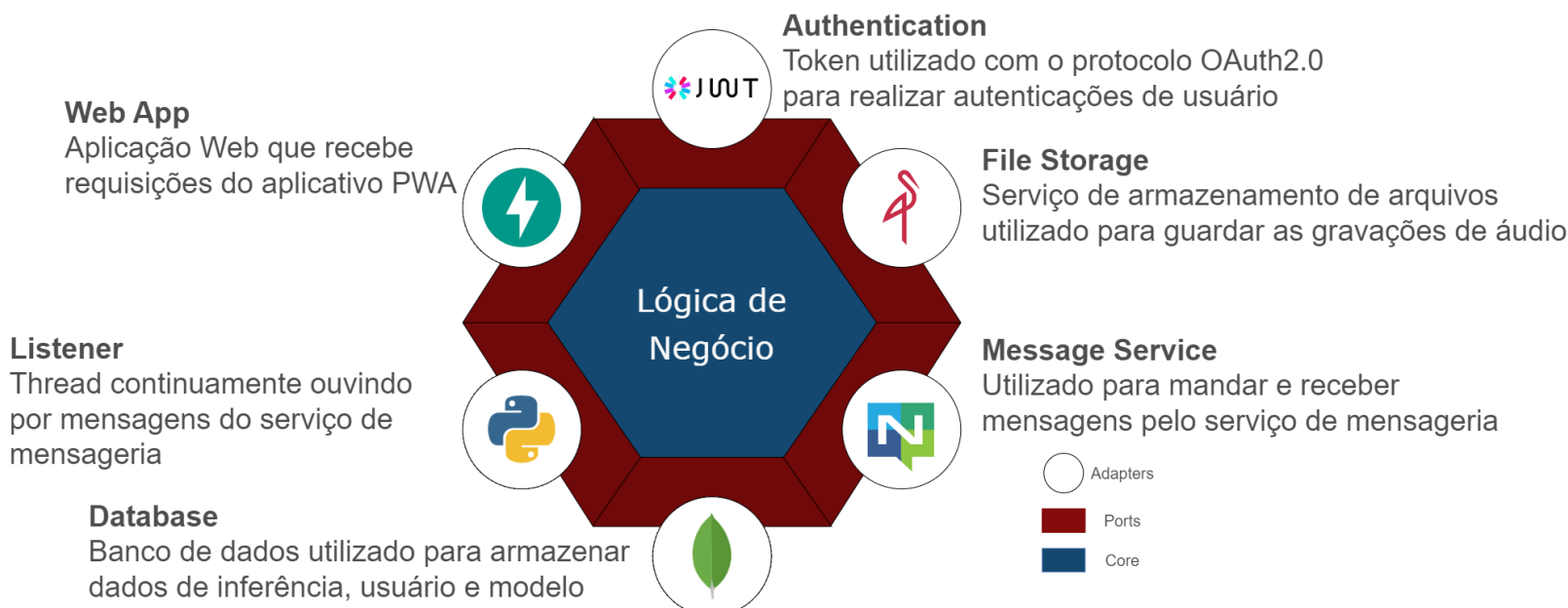


Diagrama 5: **Arquitetura hexagonal**: A API e o servidor de modelos foram desenvolvidos utilizando-se a arquitetura hexagonal [3], onde a lógica de negócio fica contida no core, enquanto que sua execução é feita nos adapters que são chamados através dos ports.

Repositório



Figura 4: **Desenvolvimento**: testes automatizados (pytest), CI/CD pipeline no GitHub (GitHub Actions, Docker Hub e Netlify).

Aplicativo

Um aplicativo mobile foi criado para prover acesso ao sistema.



Figura 5: **Deploy**: a aplicação foi hospedada pelo serviço Netlify.

Formulário

Tipo de Inferência

☐ Paciente ☒ Teste ☐ Controle

☐ Pós-covid

Modelo para Inferência

test model 1

Registro do Participante

Outro

Figura 6: **Formulário**: inferências são criadas através de um formulário.

Inferências

Ordenar por [selecione novamente para inverter a...]

Data da Inferência

Hospital: Outro

RGH: 12345678

Modelo: test model 1

Data da Inferência: 06-12-2022 - 14:51:35

Status: completed

Diagnóstico: negative

Figura 7: **Visualização**: resultados podem ser consultados posteriormente pelo aplicativo.

Conclusão

Práticas MLOps

| | |
|-----|--|
| ML | Um registro de modelos foi desenvolvido para armazenar e versionar os modelos do SPIRA |
| Dev | Foram utilizados padrões arquiteturais e tecnologias apropriadas para cada caso |
| Ops | Um pipeline foi criado para manter entregas e integrações contínuas |

Um sistema de microsserviços reativos e inteligentes e um aplicativo foram desenvolvidos para possibilitar que equipes médicas realizem inferências com os modelos do SPIRA.



Figura 8: Artigo publicado na CBSOFT2022.

Referências

- [1] Jonas Bonér. *Reactive Microservices Architecture*. O'Reilly Media, Inc., 2016.
- [2] Edresson Casanova et al. "Deep Learning against COVID-19: Respiratory Insufficiency Detection in Brazilian Portuguese Speech". Em: *Findings of the Association for Computational Linguistics: ACL-IJCNLP 2021*. Online: Association for Computational Linguistics, ago. de 2021, pp. 625–633. doi: 10.18653/v1/2021.findings-acl.55. url: <https://aclanthology.org/2021.findings-acl.55>.
- [3] Alistair Cockburn. *Hexagonal architecture*. url: <http://alistair.cockburn.us/Hexagonal+architecture>.
- [4] *Reactive Manifesto*. <https://www.reactivemanifesto.org/>. 2014.
- [5] Imre J Rudas e János Fodor. "Intelligent systems". Em: *International Journal of Computers, Communications & Control* 3.3 (2008), pp. 132–138.
- [6] "Signs and symptoms to determine if a patient presenting in primary care or hospital outpatient settings has COVID-19". Em: *Cochrane Database of Systematic Reviews* 5 (2022).
- [7] Martin J Tobin, Franco Laghi e Amal Jubran. "Why COVID-19 silent hypoxemia is baffling to physicians". Em: *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 202.3 0, pp. 356–360.

Para mais informações, consulte <https://linux.ime.usp.br/~daidai/mac0499/> ou mande um e-mail para dai.tamae@usp.br