



Linha de Pesquisa em Saúde Digital

Pesquisadores Participantes

- Célio Vinicius Neves de Albuquerque, UFF
- Débora Christina Muchaluat Saade, UFF
- Eduardo Souto, UFAM
- Fabio Kon, USP
- Marcelo Augusto Costa Fernandes, UFRN
- André Santanché, Unicamp



Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em
Biologia do Câncer Infantil e Oncologia Pediátrica



UFAM



Linhas de Pesquisa Principais

- IA Aplicada à Saúde
- Ciência de Dados Aplicada à Saúde
- IoT Aplicada à Saúde
- Redes sem Fio Aplicadas à Saúde
- Sistemas Multimídia Aplicados à Saúde
- Robótica Social Aplicada à Saúde

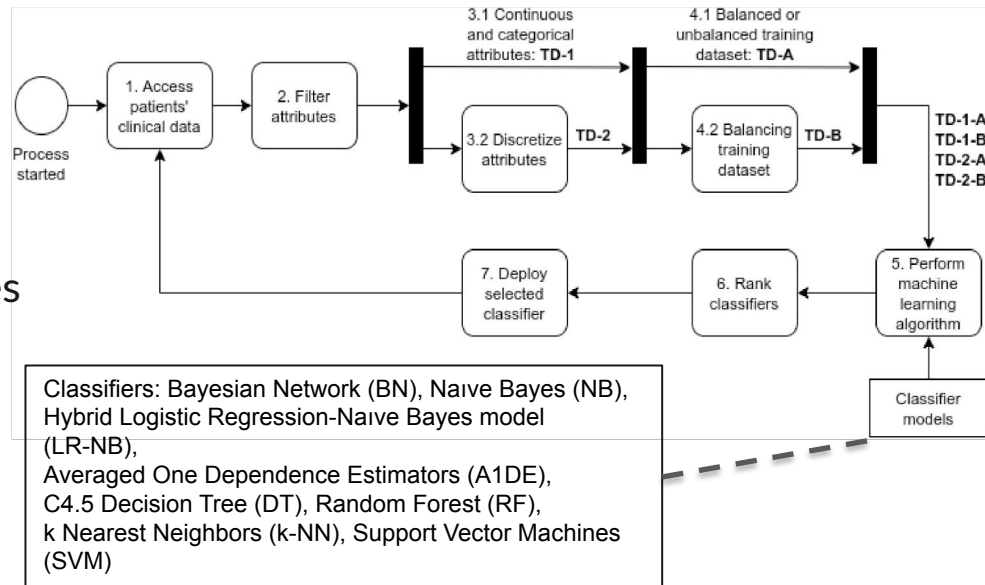


IA Aplicada à Saúde



Diagnóstico de Demência, Alzheimer e CCL

- Parceria com o CRASI/HUAP/UFF
- Modelos de IA para antecipar o diagnóstico
- Dados dos pacientes incluindo testes neuropsicológicos
- Modelo dinâmico que se adapta a novos atributos dos pacientes



CARVALHO, C.M. ; SEIXAS, F.L. ; CONCI, A.; Muchaluat-Saade, D.C. ; LAKS, J.; BOECHAT, Y.

A Dynamic Decision Model for Diagnosis of Dementia, Alzheimer's Disease and Mild Cognitive Impairment.

COMPUTERS IN BIOLOGY AND MEDICINE, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.combiomed.2020.104010>

Diagnóstico de Transtornos Mentais

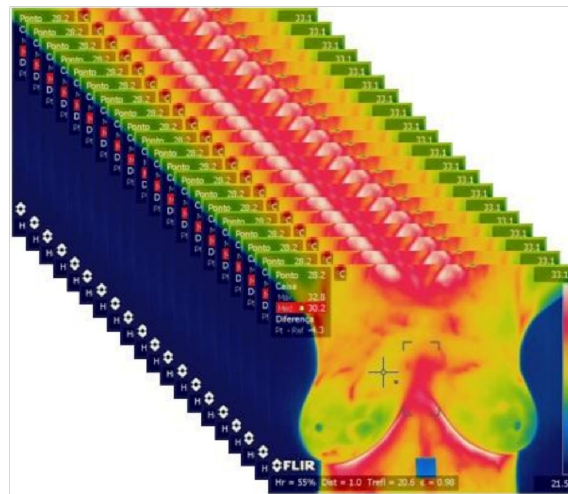
- Parceria com o Instituto Biomédico/UFF
- TEPT (transtorno do estresse pós-traumático) relacionado a violência
- técnicas de ML para analisar sinais fisiológicos
 - batimento cardíaco e sudorese
- Experimento com usuários visualizando imagens relacionadas ou não a violência
- Predição da escala PCL para diagnosticar TEPT
- proposta de biomarcador futuro para auxílio ao diagnóstico



DA PONTE JUNIOR, L.A.; MUCHALUAT SAADE, D.C.; PLASTINO, A.; ALVES, R.; PORTUGAL, L.; DE OLIVEIRA, L.; PEREIRA, M..
Identifying Post-Traumatic Stress Symptoms Using Physiological Signals and Data Mining.
IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2020.
<http://dx.doi.org/10.1109/CBMS49503.2020.00051>

Triagem e Diagnóstico de Câncer de Mama

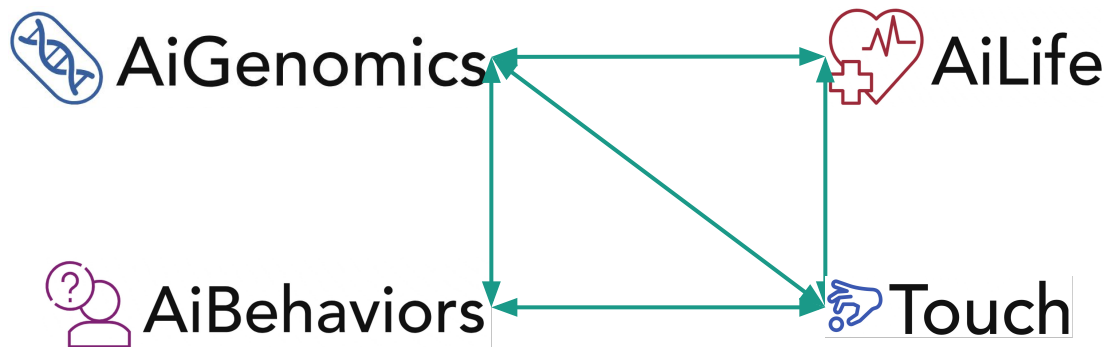
- Parceria com Radiologia/HUAP e Hospital do Servidores do Estado
- Imagens de termografia dinâmica
- análise da variação de temperatura
- técnicas de IA para análise de séries temporais
- anomalias na mama, detecção de tumores
malignos e acompanhamento do tratamento



RESMINI, R. ; SILVA, L. F. ; MEDEIROS, P. R. T. ; ARAÚ ; MUCHALUAT-SAADE, D C ; CONCI, A. .

A Hybrid Methodology for Breast Screening and Cancer Diagnosis Using Thermography. **COMPUTERS IN BIOLOGY AND MEDICINE**, v. 135, p. 104553, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.combiomed.2021.104553>

Thematic Divisions





GenoCareAI



AiGenomics



XVI Brazilian Conference on Computational Intelligence (CBIC 2023), Salvador, October 8th to 11th

IA explicável aplicada para identificar genes influentes na classificação do câncer por meio de dados de expressão gênica de RNA-Seq

Karolayne S. Azevedo*, Luísa C. de Souza*, Matheus G. S. Dalmolin*[†] e Marcelo A. C. Fernandes*^{†‡}

*InovAI Lab, nPITI/IMD, UFRN, Natal, RN, Brasil.

*Centro Multiusuário de Bioinformática (BioME) - IMD, UFRN, Natal, RN, Brasil.

[†]Departamento de Engenharia da Computação e Automação (DCA), UFRN, Natal, RN, Brasil.

Email: karolayneazevedos@gmail.com, luisa.souza.103@ufrn.edu.br, matheusdalmolinrs@gmail.com, mfernandes@dca.ufrn.br

XVI Brazilian Conference on Computational Intelligence (CBIC 2023), Salvador, October 8th to 11th

Obtenção de novos potenciais biomarcadores para o câncer de mama com o auxílio da inteligência artificial explicável

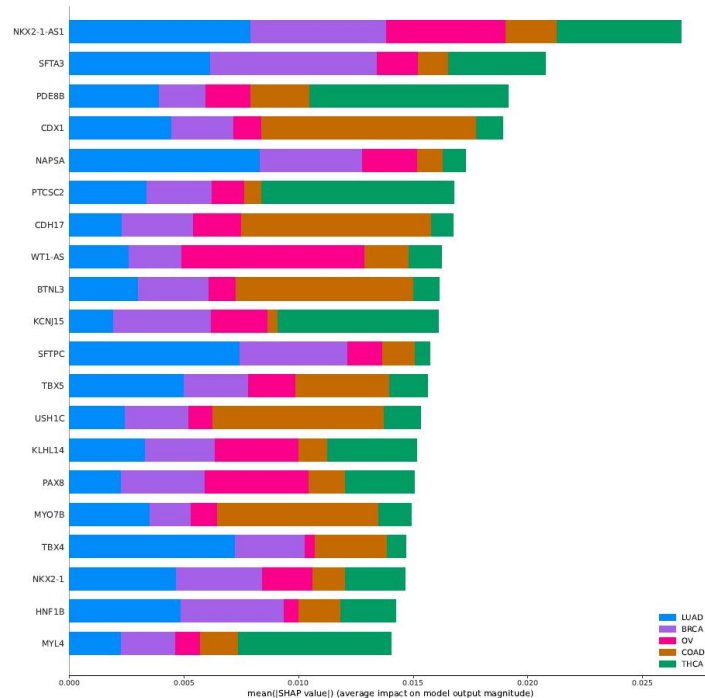
Luísa C. de Souza*, Karolayne S. Azevedo*, Matheus G. S. Dalmolin*[†] e Marcelo A. C. Fernandes*^{†‡}

*InovAI Lab, nPITI/IMD, UFRN, Natal, RN, Brasil.

*Centro Multiusuário de Bioinformática (BioME) - IMD, UFRN, Natal, RN, Brasil.

[†]Departamento de Engenharia da Computação e Automação (DCA), UFRN, Natal, RN, Brasil.

Email: luisa.souza.103@ufrn.edu.br, karolayneazevedos@gmail.com, matheusdalmolinrs@gmail.com, mfernandes@dca.ufrn.br



XVI Brazilian Conference on Computational Intelligence (CBIC 2023), Salvador, October 8th to 11th

Aprendizagem de máquina aplicada à estratificação de risco de mortalidade de recém-nascidos associados a partos prematuros

Yasmin S. de P. Oliveira*, Gabriel R. de Freitas*, Wysterlanya K. P. Barros*, Luísa C. de Souza*
Karolayne S. Azevedo[†], Raquel de M. Barbosa[‡], e Marcelo A. C. Fernandes^{†§}

*InovAI Lab, nPITI/IMD, UFRN, Natal, RN, Brasil.

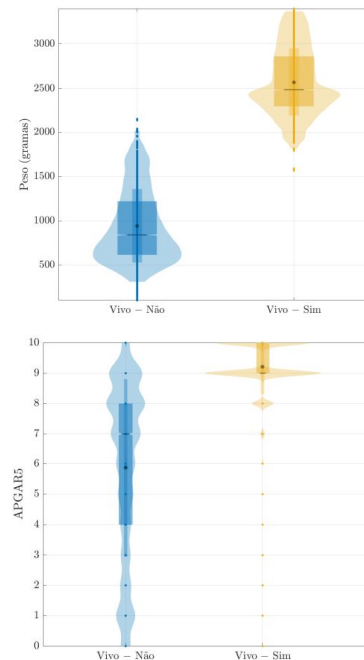
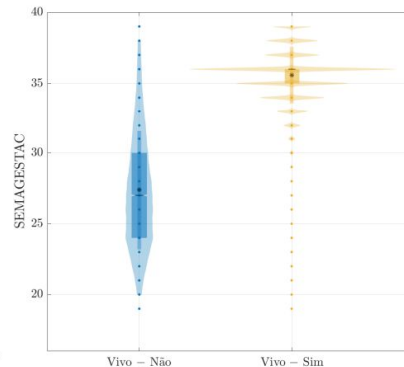
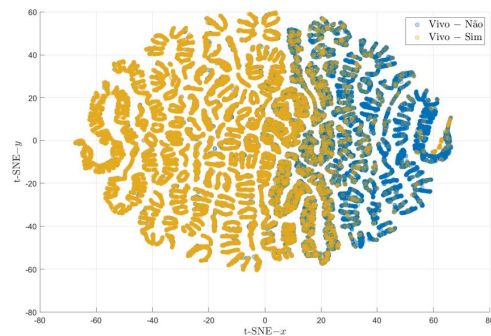
[†]Departamento de Farmácia (DEFAR), UFRN, Natal, RN, Brasil.

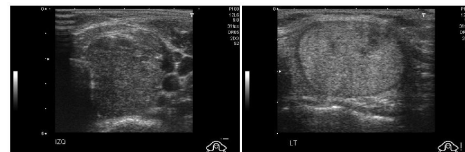
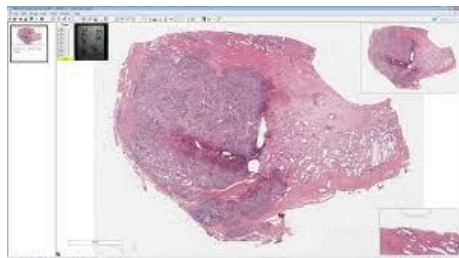
[‡]Centro Multiusuário de Bioinformática (BioME) - IMD, UFRN, Natal, RN, Brasil.

[§]Departamento de Engenharia da Computação e Automação (DCA), UFRN, Natal, RN, Brasil.

Email: yasminsangela@hotmail.com, gabrielfreitas2601@gmail.com, kyurybarros@gmail.com, luisa.souza.103@ufrn.edu.br
karolayneazevedos@gmail.com, raquel.melo@ufrn.br, mfernandes@dca.ufrn.br

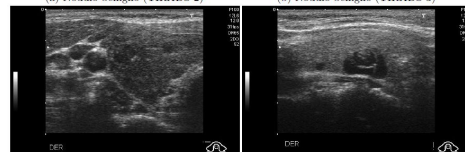
Variáveis	Tipo	Descrição	Categorias
IDADEMAE	Númerico	Idade da mãe.	Nenhuma.
PESO	Númerico	Peso do feto em gramas.	Nenhuma.
QTDGESTANT	Númerico	Quantidade de gestações anteriores.	Nenhuma.
QTDPARTNOR	Númerico	Quantidade de partos normais anteriores.	Nenhuma.
QTDPARTCES	Númerico	Quantidade de partos cesáreos anteriores.	Nenhuma.
QTDFILVIVO	Númerico	Quantidade de filhos vivos.	Nenhuma.
QTDFILMORT	Númerico	Quantidade de filhos mortos.	Nenhuma.
SEMAGESTAC	Númerico	Semanas de gestação.	Nenhuma.
APGAR1	Catégorico	Índice APGAR no 1º minuto de vida.	Valor inteiro de 0 a 10.
APGAR5	Catégorico	Índice APGAR no 5º minuto de vida.	Valor inteiro de 0 a 10.
CONSULTAS	Catégorico	Número de consultas pré-natal.	1 = Nenhuma. 2 = de 1 a 3. 3 = de 4 a 6. 4 = 7 e mais.
GRAVIDEZ	Catégorico	Tipo de gravidez.	1 = Única. 2 = Dupla. 3 = Tripla e mais.
KOTELCHUCK	Catégorico	Índice de Kotelchuck.	1 = Não tem. 2 = Inadequado. 3 = Intermediário. 4 = Adequado. 5 = Mais que adequado.
PARTO	Catégorico	Tipo de parto.	1 = Vaginal 2 = Cesáreo
RACACORMAE	Catégorico	Raça e cor da mãe.	1 = Branco 2 = Preto. 3 = Amarelo. 4 = Pardo. 5 = Indígena
SEXO	Catégorico	Sexo do feto.	1 = Masculino. 2 = Feminino.
Vivo	Catégorico	Indicador de recém-nascido vivo.	0 = Não 1 = Sim





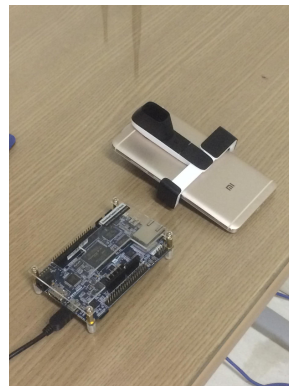
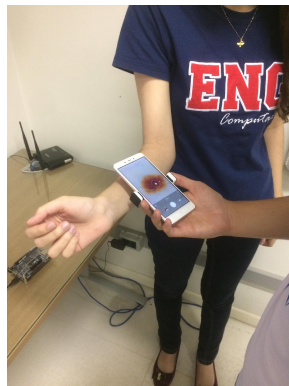
(a) Nódulo benigno (TIRADS 2)

(b) Nódulo benigno (TIRADS 3)



(c) Nódulo maligno (TIRADS 5)

(d) Nódulo maligno (TIRADS 4a)



Article

Proposal of the CAD System for Melanoma Detection Using Reconfigurable Computing

Wysterlânia K. P. Barros ¹, Daniel S. Morais ¹, Felipe F. Lopes ¹, Matheus F. Torquato ², Raquel de M. Barbosa ^{3,†} and Marcelo A. C. Fernandes ^{1,4,*}

¹ Laboratory of Machine Learning and Intelligent Instrumentation, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, RN 59078-970, Brazil; w.kyury@live.com (W.K.P.B.); daniel.moraisrn@gmail.com (D.S.M.); lopesffernandes@gmail.com (F.F.L.)

² College of Engineering, Swansea University, Swansea, Wales SA2 8PP, UK; m.f.torquato@swansea.ac.uk

³ Laboratory of Drug Development, Department of Pharmacy, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, RN 59078-970, Brazil; raquelmb@mit.edu

⁴ Department of Computer and Automation Engineering, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, RN 59078-970, Brazil

* Correspondence: mfernandes@dca.ufrn.br

† Current address: MIT Department of Chemical Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 02142, USA.

‡ Current address: John A. Paulson School of Engineering and Applied Sciences, Harvard University, Cambridge, MA 02138, USA.

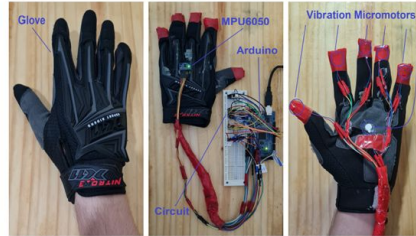


Plataforma de Predição de Comportamento de Motoristas Baseada em IA com Análise Multimodal e Entropia Ocular

O objetivo é classificar modos de direção (autônomo e manual) e inferir o estado mental dos motoristas, como fadiga e atenção, utilizando dados obtidos de experimentos de simulação.

A abordagem integra redes neurais convolucionais (CNNs) para classificar imagens geradas a partir de sinais fisiológicos processados com transformada wavelet e análise de entropia ocular para predições em tempo real.

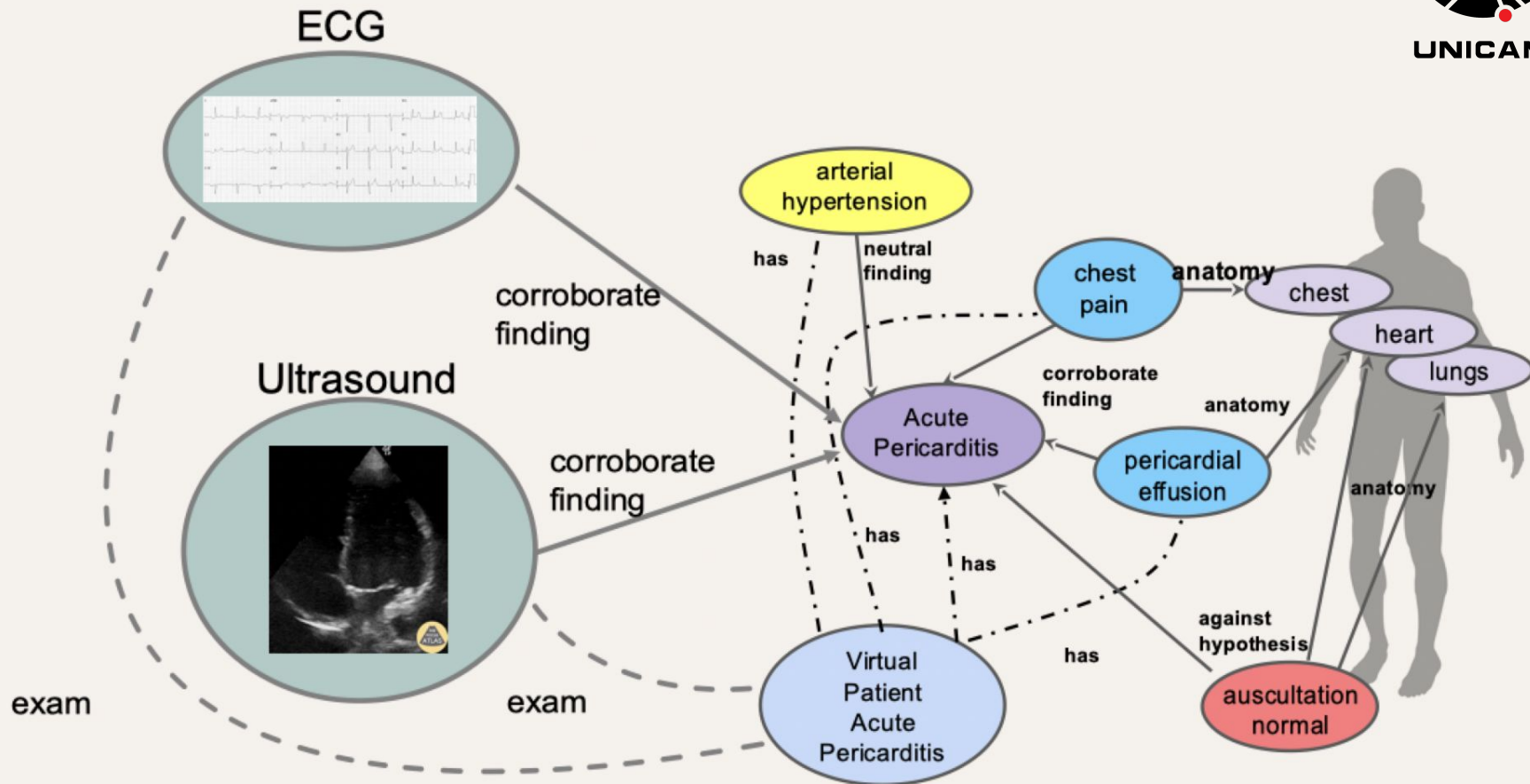
Resultados preliminares mostram alta acurácia nos modelos personalizados e gerais, destacando o potencial do sistema em aplicações como monitoramento de segurança em veículos autônomos e assistência na prevenção de acidentes.



(a) Used glove. (b) Front view. (c) Back view.
Figure 2. Tactile glove (master device).



Semantic Digital Patient



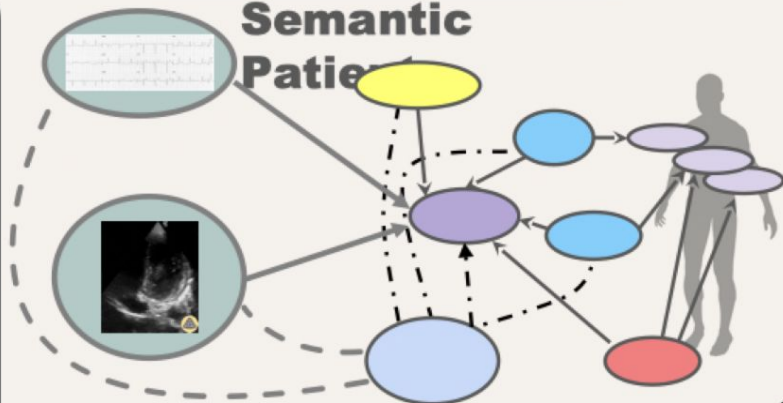
Virtual Patient (Learning)



Data Sci Explorer (Research)



Semantic Patient



Clinical Notebook (Practice)





Ciência de Dados Aplicada à Saúde

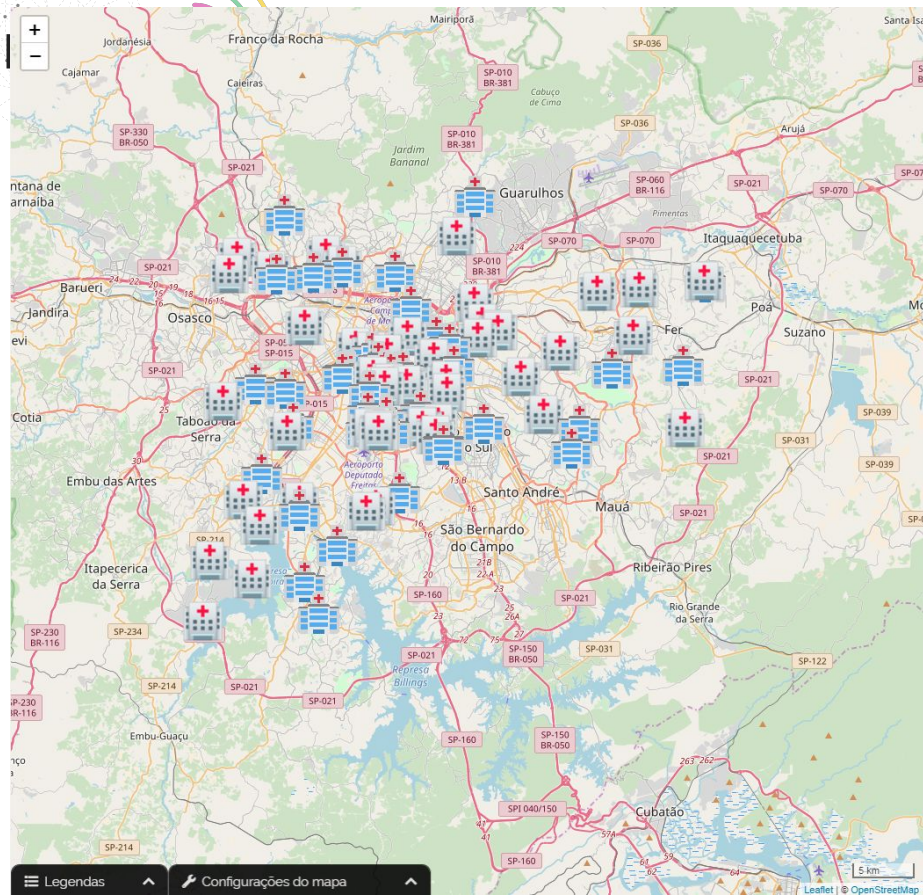


Políticas públicas baseadas em evidências

1. Criar e coletar evidências científicas sobre o que funciona e o que não funciona em termos de políticas públicas, incluindo custos e benefícios.
2. Monitorar a execução de programas medindo cientificamente o seu impacto.
3. Usar evidências científicas para aumentar os programas que funcionam e cancelar os que não funcionam.
4. Promover inovação e testar novas abordagens.

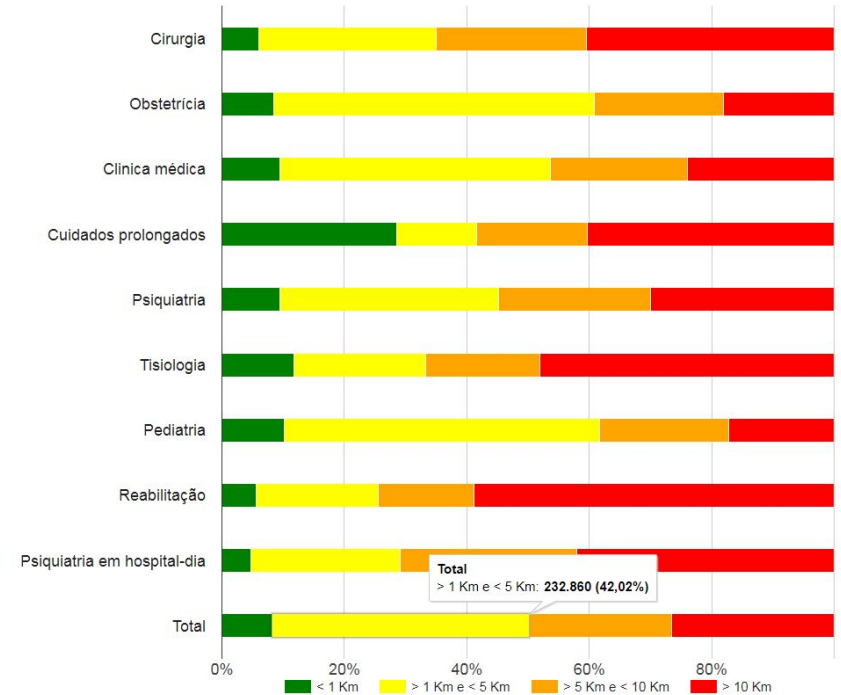
1 - HealthDashboard - SIH/SUS



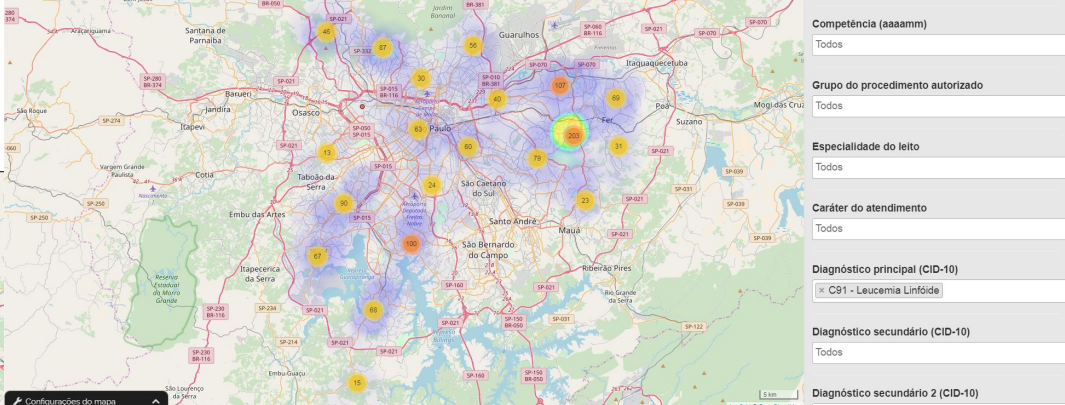
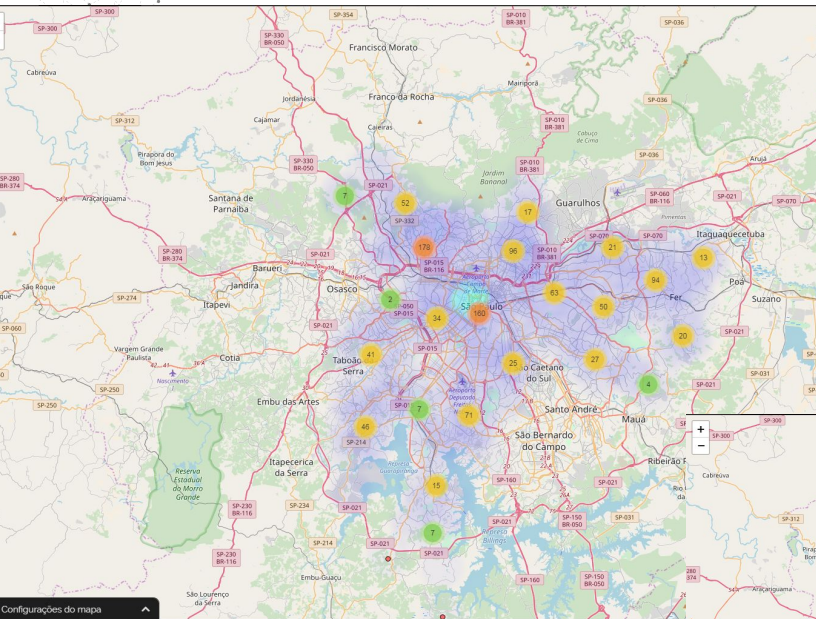


SÃO PAULO

554.202
Procedimentos



Leukemia

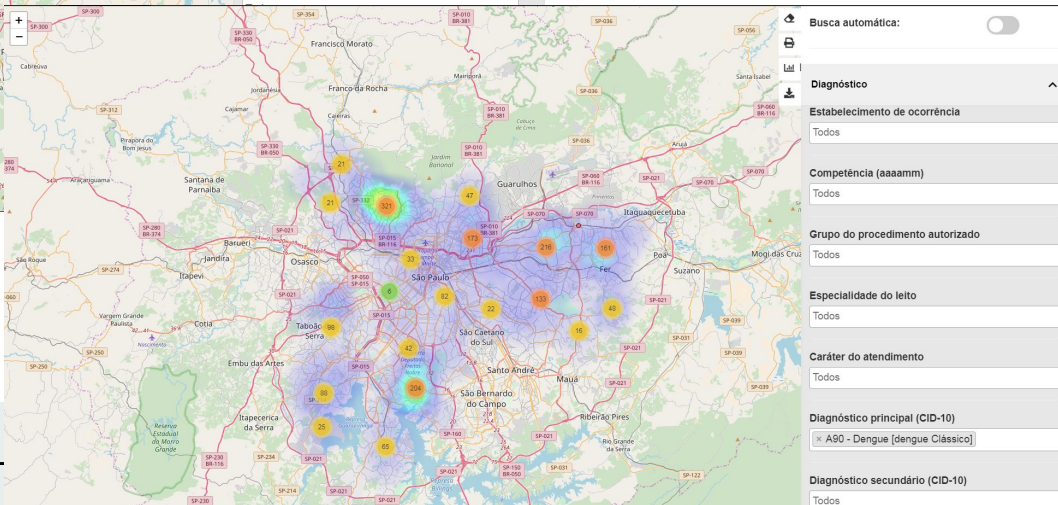


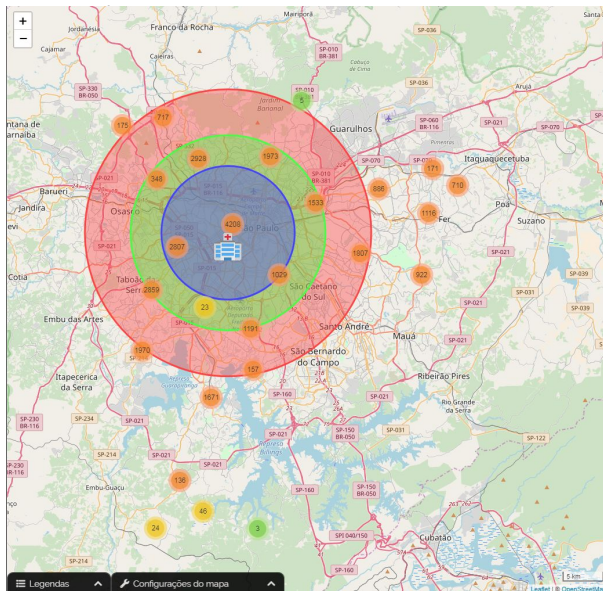
Grupo do procedimento autorizado
Todos

Especialidade do leito
Todos

Caráter do atendimento

HIV

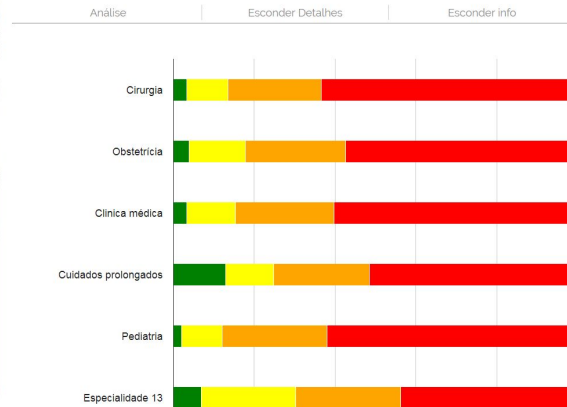




HC DA FMUSP HOSPITAL DAS CLINICAS SAO PAULO

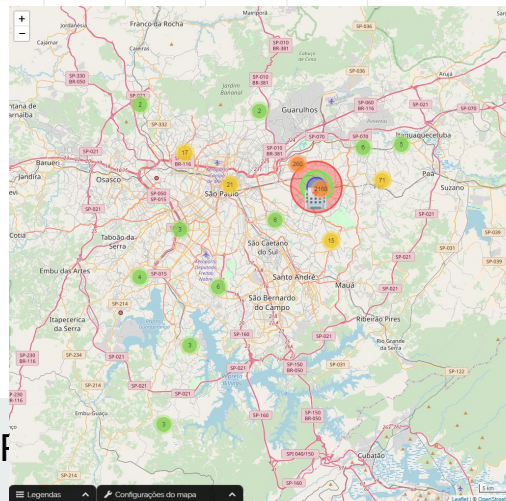
29.415
Procedimentos

Telefone: (11)3087-5456
Leitos: 1508
Distrito Administrativo: JARDIM PAULISTA
Prefeitura Regional: PINHEIROS
Supervisão Técnica de Saúde: LAPA / PINHEIROS
Coordenadoria Regional de Saúde: OESTE



Metropolitan Hospital

Regional Hospital



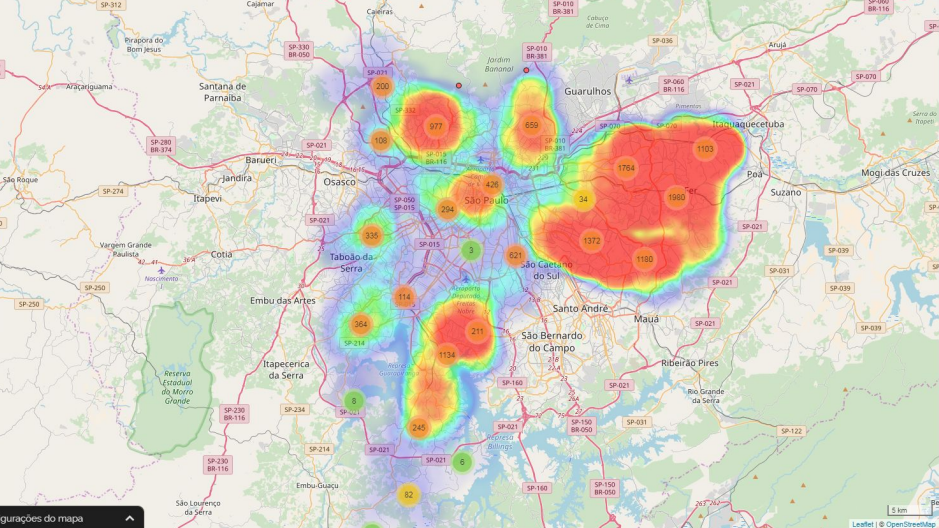
HOSP MUN DOUTOR ALEXANDRE ZAIO

2.586
Procedimentos

Telefone: (11)3394-9210
Leitos: 42
Distrito Administrativo: VILA MATILDE
Prefeitura Regional: PENHA
Supervisão Técnica de Saúde: PENHA
Coordenadoria Regional de Saúde: SUDESTE



Linha de F



Estabelecimento de ocorrência

Todos

Competência (aaaaamm)

Todos

Grupo do procedimento autorizado

Todos

Especialidade do leito

Todos

Caráter do atendimento

Todos

Diagnóstico principal (CID-10)

Todos

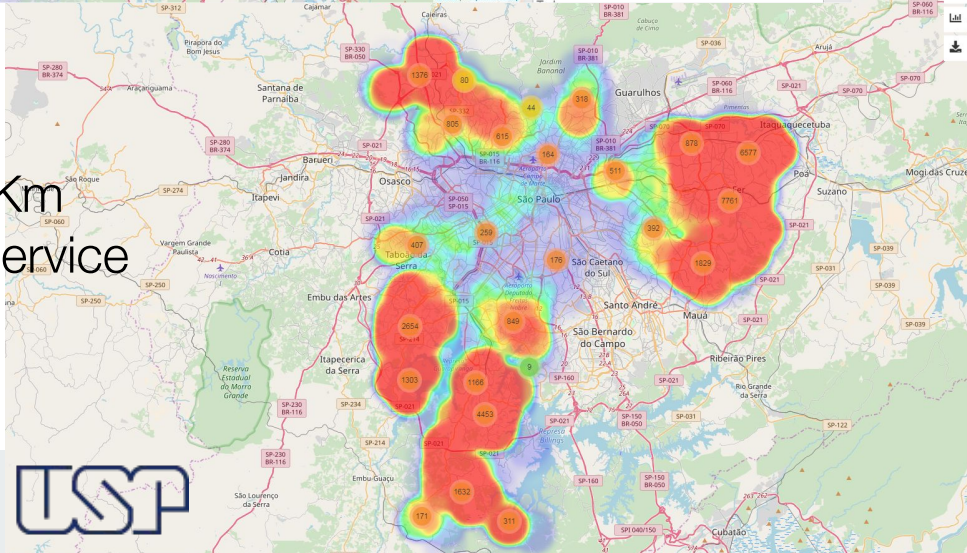
Diagnóstico secundário (CID-10)

× I10 - Hipertensão Essencial (primária) ×

Diagnóstico secundário 2 (CID-10)

Hypertension
(most frequent)

>20Km
to get service



Localização

Estabelecimento

Valores de Busca

Total geral de diárias

0 351

Diárias UTI

0 148

Diárias UI

0 99

Dias de permanência

0 351

Valor da parcela

0 110781

Distância de deslocamento(Km)

20 53

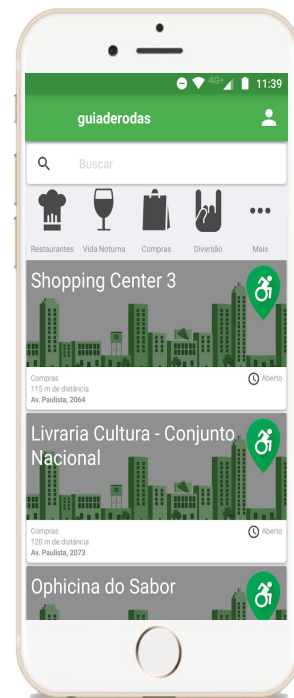
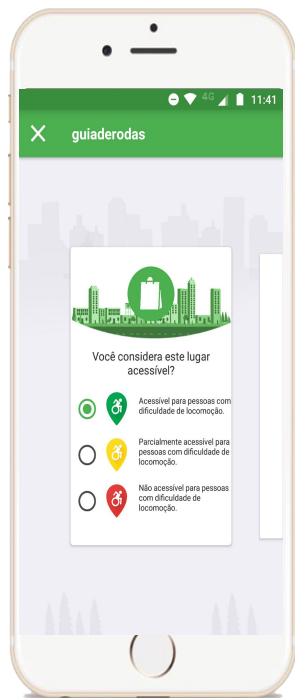
Período

2016

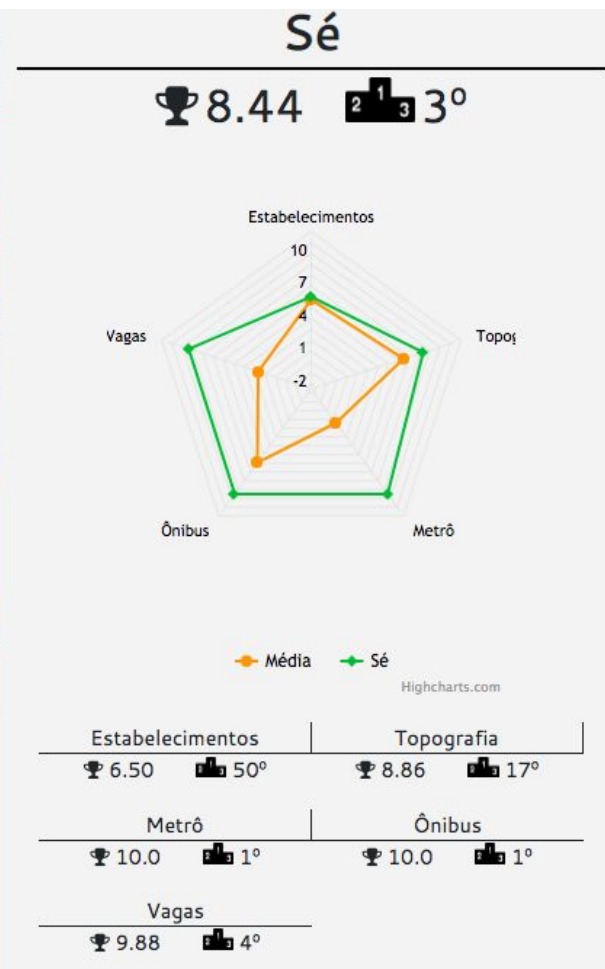
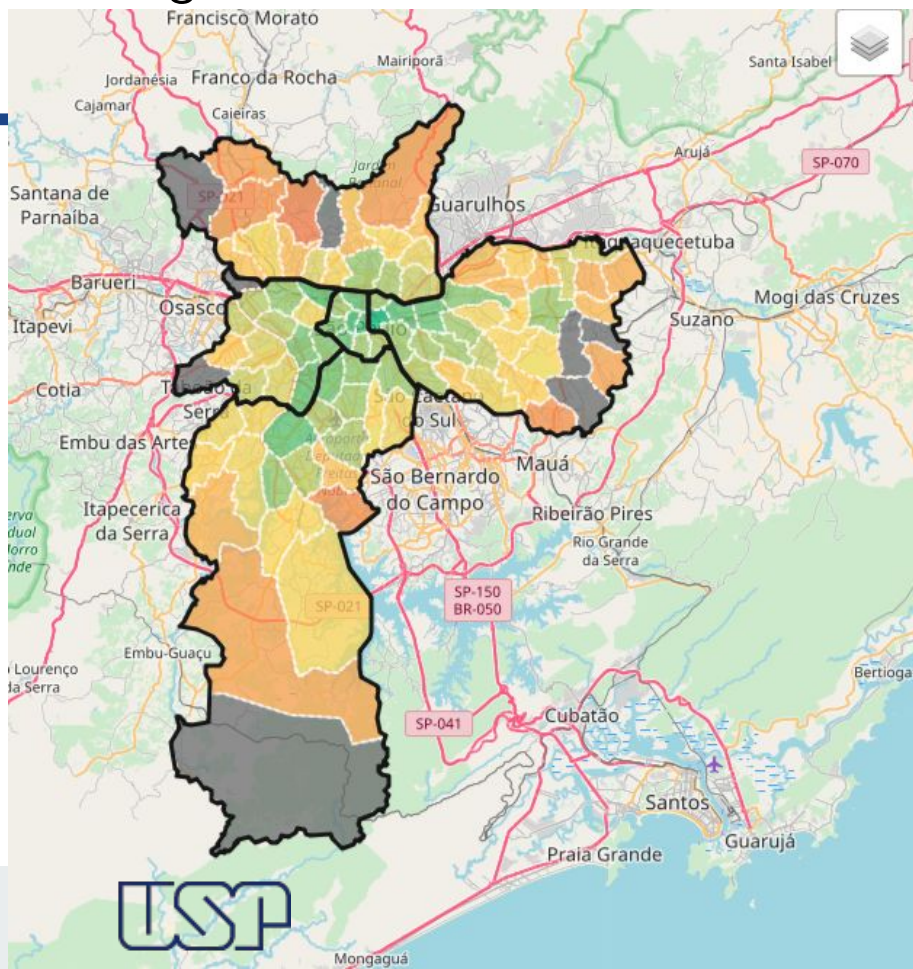


Crowdsourcing startup App: *guiaderodas*

Acessibilidade



Ranking de Acessibilidade





IoT Aplicada à Saúde

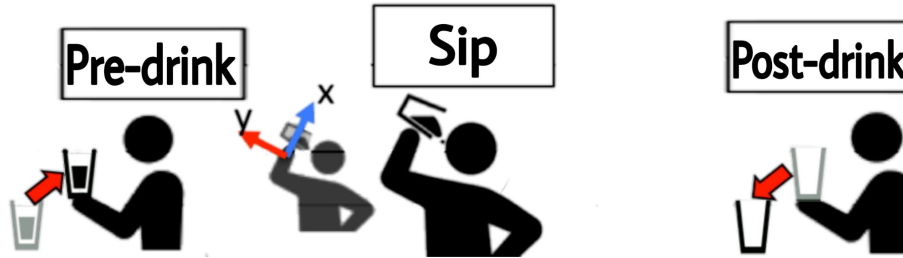




Detecção de Ingestão de Líquidos Usando Sensores Vestíveis

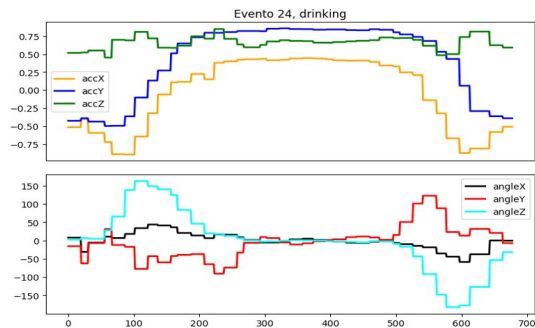


Detecção de Movimento de Ingestão de Líquido

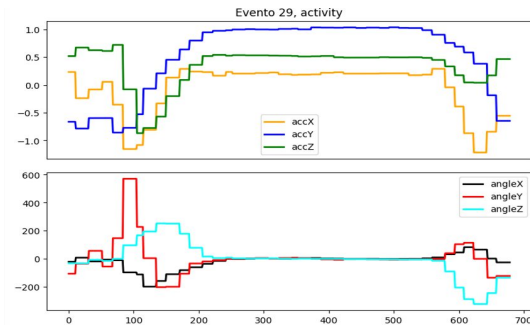


- Analisar os sinais correspondentes ao movimento de levar o recipiente até a boca e retornar
- Avaliar modelos rasos e profundos
 - Melhor janela de dados
 - Tempo de ingestão

Coleta de Dados



Movimento de ingestão de líquido
(acelerômetro e giroscópio)

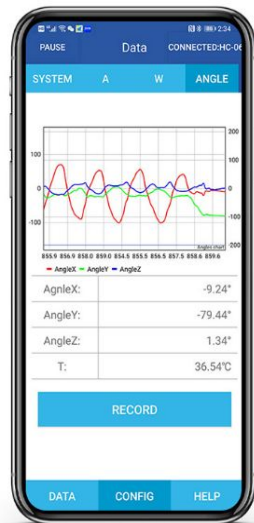


Movimento de atender ao celular
(acelerômetro e giroscópio)



Coleta de Dados

- Aprovado no Comitê de Ética:
 - CAAE 70951823.0.0000.5020
- Protocolos **V1** e **V2**



- A cada um minuto, o seguinte roteiro deve ser seguido:
 - [00:00:15] - Ingerir líquido;
 - [00:00:30] - Atender ao celular;
 - [00:00:45] - Ingerir líquido;
 - [00:01:00] - Coçar a cabeça;
 - [00:01:15] - Ingerir líquido;
 - [00:01:30] - Atender ao celular;
 - [00:01:45] - Ingerir líquido;
 - [00:02:00] - Passar a mão no rosto;
 - [00:02:15] - Ingerir líquido;
 - [00:02:30] - Atender ao celular;
 - [00:02:45] - Ingerir líquido;
 - [00:03:00] - Segurar o queixo;
 - [00:03:15] - Ingerir líquido;
 - [00:03:30] - Atender ao celular;
 - [00:03:45] - Ingerir líquido;
 - [00:04:00] - Ajustar os óculos/Tocar as têmporas;
 - [00:04:15] - Ingerir líquido;
 - [00:04:30] - Atender ao celular;
 - [00:04:45] - Ingerir líquido;
 - [00:05:00] - Se espreguiçar com as mãos no pescoço.

V3



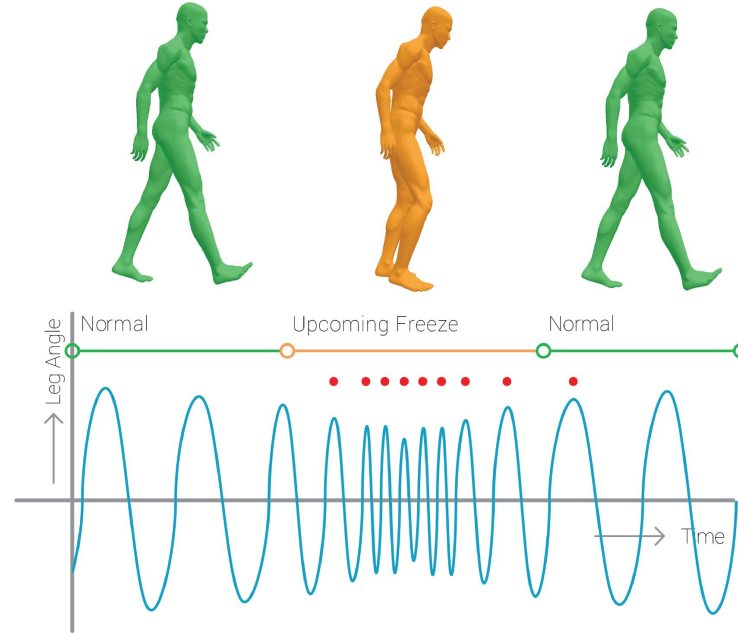


Detecção de Congelamento de Marcha em Pessoas com Parkinson



Doença de Parkinson

Condição neurodegenerativa crônica que afeta principalmente a função motora. É a segunda doença neurodegenerativa mais comum, ficando atrás apenas da doença de Alzheimer (Aarsland, 2021).

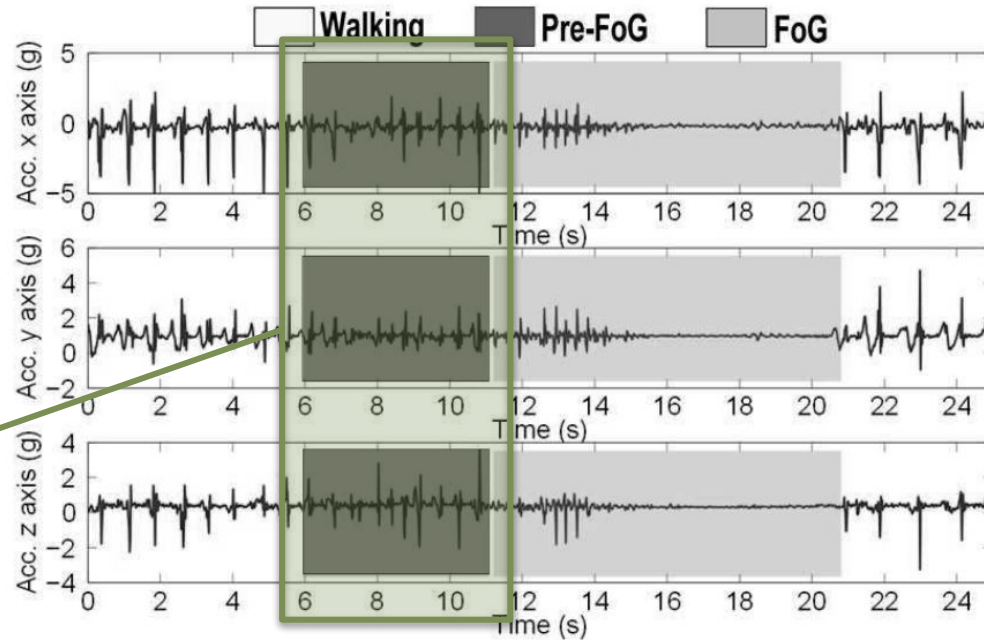


Congelamento de Marcha (FoG)

Frente 1 — Detecção de Congelamento de Marcha



Modelos para
previsão (detecção
do estágio pré-FoG)

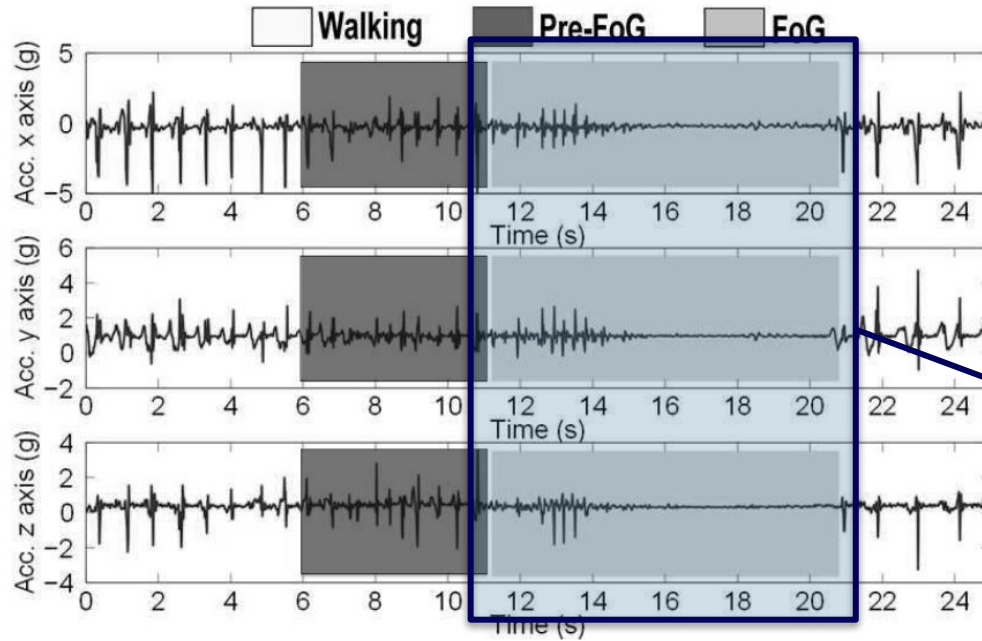


Congelamento de Marcha (FoG)

Frente 1 — Detecção de Congelamento de Marcha



Modelos para
previsão (detecção
do estágio pré-FoG)



Modelos para
detecção do FoG

Congelamento de Marcha (FoG)

Frente 2 — Coleta de Dados



Acelerômetro
compacto WitMotion



UFAM



Tue Jul 04 12:47:06 GMT-04:00 2023
AccX: 0.000g
AccY: 0.000g
AccZ: 1.001g
GyroX: 0.000°/s
GyroY: 0.000°/s
GyroZ: 0.000°/s
AngleX: -18.589°
AngleY: 0.231°
AngleZ: -44.621°
MagX: -318
MagY: 15102
MagZ: 314



Aplicativo elaborado
pela equipe IComp

- Parceria com HUGV:

- Dados coletados no HUGV
- CAAE 66716123.0.0000.5020

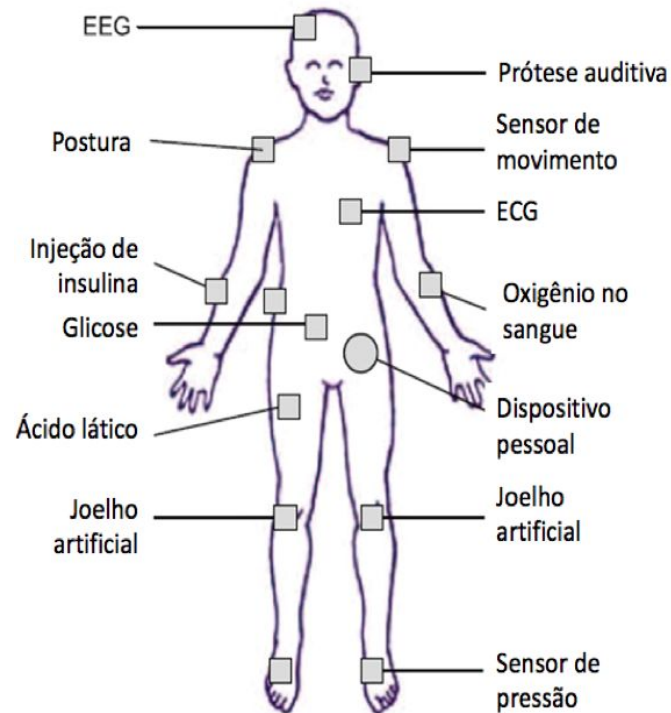


Redes sem Fio Aplicadas à Saúde



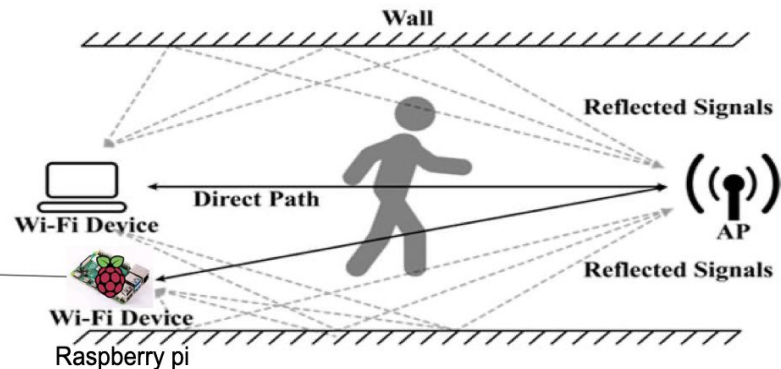
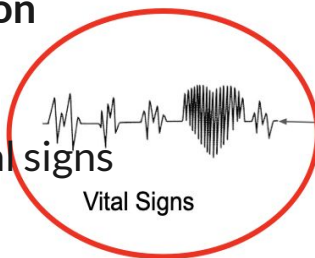
Remote Patient Monitoring

- **Wireless Body Area Networks - WBANs**
- Wearable or implanted devices
- Routing protocols for WBANs
- link quality and node temperature
- save node battery
- prevent node heating



Remote Patient Monitoring

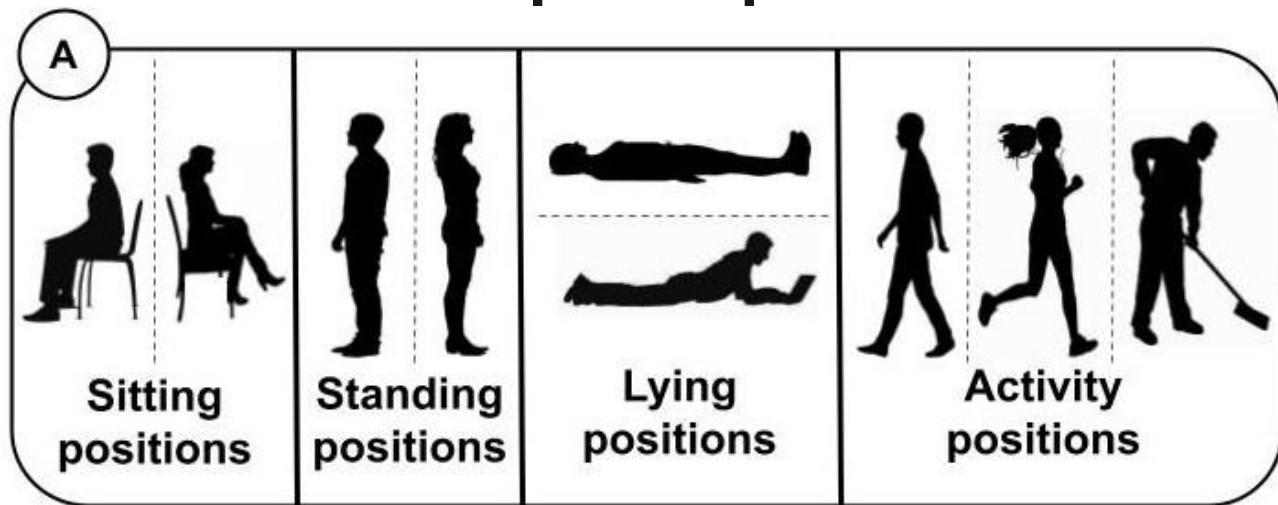
- Traditional Wi-Fi Networks
- **CSI - Channel State Information**
- No need for wearables
- Analyze CSI data to detect vital signs
- Monitor COVID-19
- Research Ethics Committee approval to build a CSI database
 - CAAE 54359221.4.0000.5243



CSI - Channel State Information

- CSI pode capturar a interferência que o corpo humano causa no sinal WiFi
- Análise do sinal CSI (amplitude e fase das subportadoras) usando técnicas de IA para diferentes aplicações:
 - Detecção de presença
 - Identificação humana
 - Reconhecimento de atividades: posição, movimento, queda
 - Monitoramento de sinais vitais:
 - batimento cardíaco, taxa de respiração, apnea do sono
 - etc.

Base de Dados CSI - 18 posições +200 participantes



Resultados Obtidos com Modelos de IA

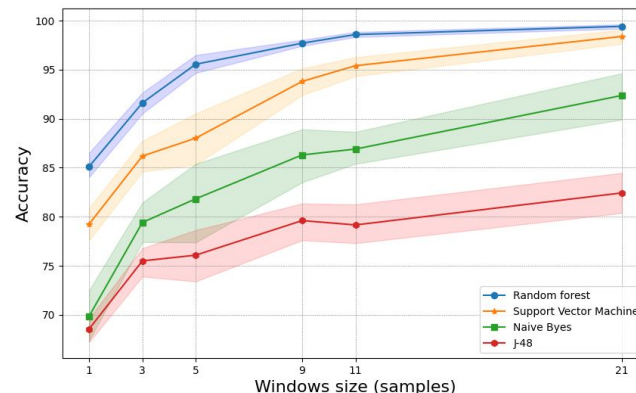
detecção de presença humana

RF Metrics (%)	Presence (Seconds)		
	1	3	5
Accuracy	81.47	83.23	90.29
Precision	94.95	97.47	99.28
Recall	66.47	68.23	81.17
F-Measure	78.20	80.27	89.32

reconhecimento de atividades (independente da pessoa)

Activity	Heads	Layers	L. Rate	Epochs	Batch Size	Acc.	Prec.	Rec.	F1.	Test Loss
Presence Detection	3	6	0.0001	60	24	90%	100%	80%	0.8889	0.56674
Movement Detection	3	2	0.0001	100	4	96.67%	93.75%	100%	0.9678	0.15423
Walking/Running detector	3	11	0.00001	100	24	80%	100%	60%	0.7500	0.69235
Sitting/Lying Detection	8	4	0.0001	20	4	75%	77.78%	70%	0.7368	0.95841

identificação de pessoas



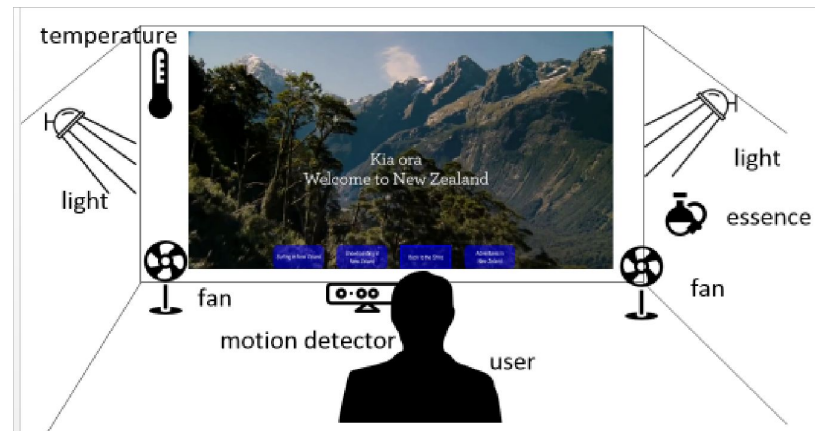


Sistemas Multimídia Aplicados à Saúde



Sistemas Multissensoriais para Terapias

- Sistemas multimídia e efeitos sensoriais
 - aroma, luz, vento, vibração, calor/frio
- **Estímulo cognitivo a pacientes idosos**
 - Dementia, Alzheimer e CCL
 - visão, audição, tato, olfato e paladar



- Sala multissensorial está sendo construída no CRASI/HUAP/UFF
 - Projeto CEP submetido para aprovação

Jogos Sérios para TV Digital

- Exercícios cognitivos usando a TV digital como plataforma - TV 3.0
- Stroop Game com efeito de luz



DE PAULA, GUSTAVO ; VALENTIM, PEDRO ; SEIXAS, FLAVIO ; SANTANA, ROSIMERE ; Muchaluat-Saade, Debora . *Sensory Effects in Cognitive Exercises for Elderly Users: Stroop Game*. In: 2020 IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2020, Rochester. 2020 IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), 2020. p. 132. <http://dx.doi.org/10.1109/CBMS49503.2020.00032>

Salas de Terapia



Ambientes Físicos

Ambientes Virtuais



Jogos Sérios em Realidade Virtual

- Jogo da Memória MemoVR - realidade virtual
- Interface com as mãos
- Parceria com a Escola de Enfermagem/UFF e Projeto Incluir
- testes com idosos com feedback bastante positivo



FARIAS, FLÁVIO M. DE ; Montevecchi, Eyre ; BOKEHI, JOSÉ RAPHAEL ; SANTANA, ROSIMERE F. ; Muchaluat-Saade, Débora Christina . **An Immersive Memory Game as a Cognitive Exercise for Elderly Users**. In: Life Improvement in Quality by Ubiquitous Experiences Workshop, 2022, Brasil. Proceedings of the 2nd Life Improvement in Quality by Ubiquitous Experiences Workshop (**LIQUE 2022**). Porto Alegre: Brazilian Computing Society, 2022. p. 17. <http://dx.doi.org/10.5753/lique.2022.19997>

Immersive Multisensory Authoring Tool

AMUSEVR

- Create interactive 360-multisensory experiences using an immersive tool
- Authors use the same environment as final users



Immersive Multisensory Player AMUSEVR

- Using physical actuators to render sensory effects to final users

vibration



wind



heat



aroma



Robótica Social Aplicada à Saúde

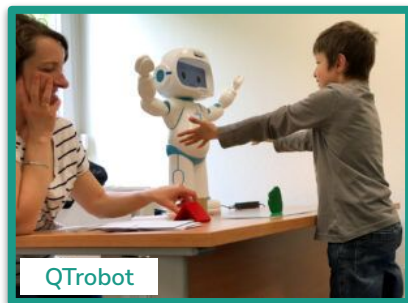


Robótica Socialmente Assistiva

Saúde

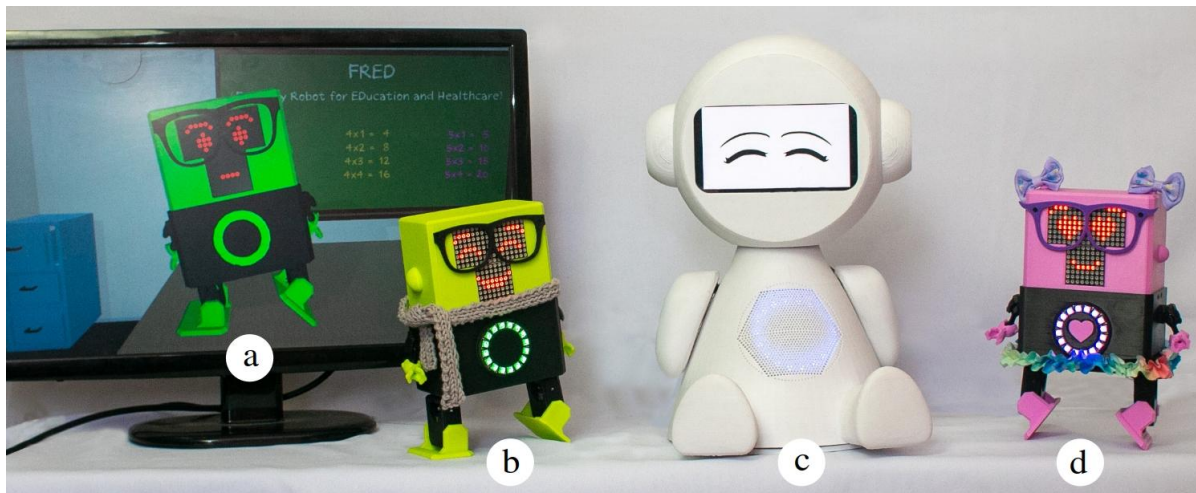
APLICAÇÕES

Educação



Robótica Socialmente Assistiva

Robôs sociais para fins terapêuticos e educacionais



FRED

EVA

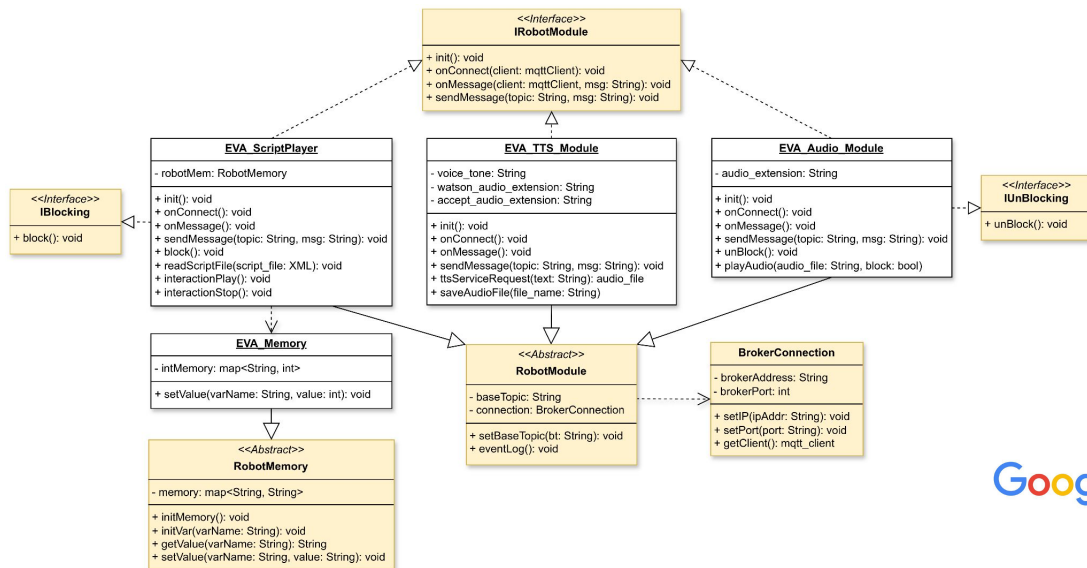
FRIDA

FAVELA, JESUS ; CRUZ-SANDOVAL, DAGOBERTO ; MARQUES DA ROCHA, MARCELO ; Muchaluat-Saade, Débora Christina . **Social Robots for Healthcare and Education in Latin America.**

COMMUNICATIONS OF THE ACM, v. 67, p. 70-71, 2024. <http://dx.doi.org/10.1145/3653320>

Framework de Controle para Robôs Sociais

Open-source
low-cost
robots

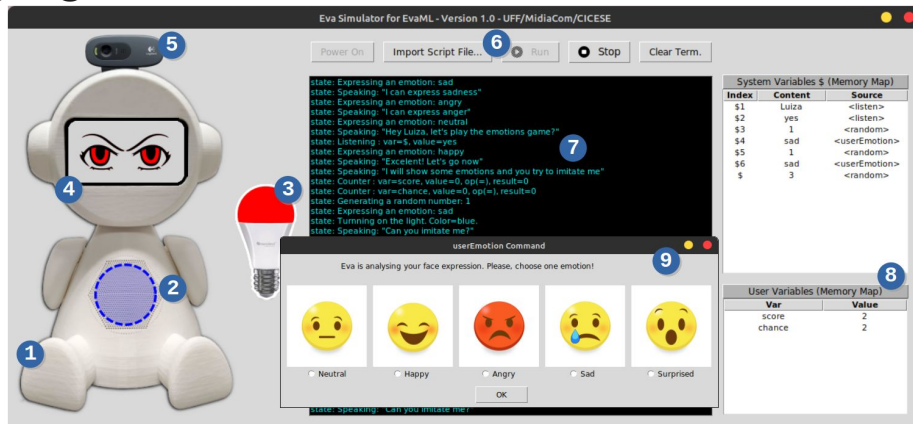
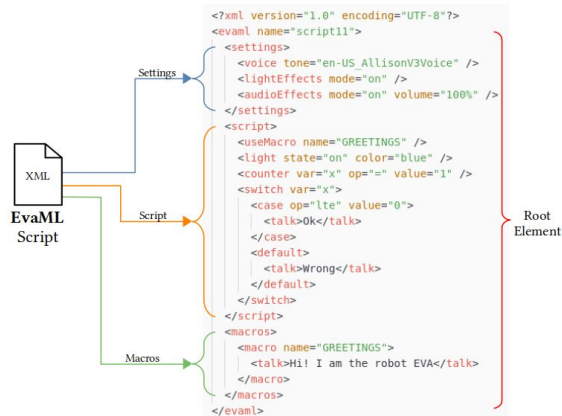


Google Research

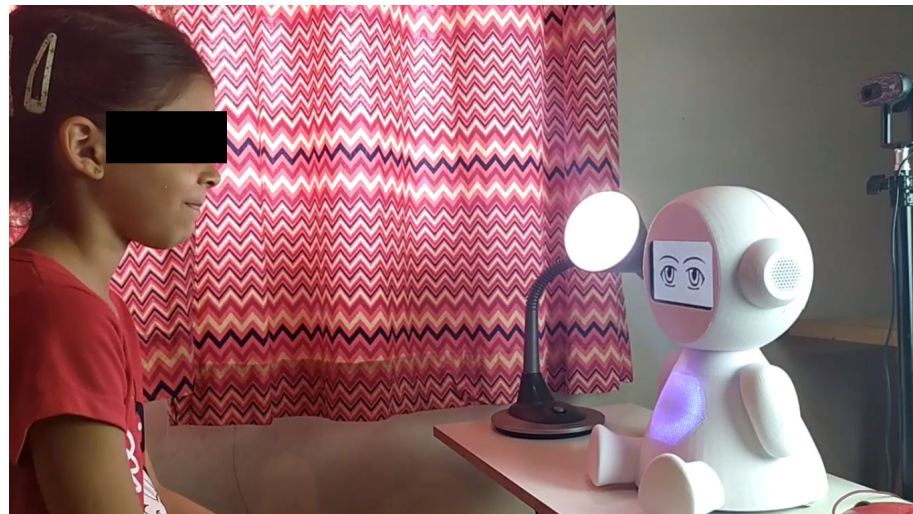
ROCHA, MARCELO ; FAVELA, JESUS ; Muchalut-Saade, Débora C. . Uma Proposta de Framework para Sistemas de Software de Controle para Plataformas de Robótica Social. In: Proceedings of the Brazilian Symposium on Multimedia and the Web, 2024, Brasil. Proceedings of the 30th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web (WebMedia 2024). Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação - SBC, 2024. p. 327. <http://dx.doi.org/10.5753/webmedia.2024.243261>

Linguagem EvaML e Simulador EvaSIM

- Facilitate Creating Multisensory Interactive Therapy Sessions with EVA
- EvaML programming language and EvaSIM simulator



Terapias para Idosos e Crianças com TEA



ROCHA, M. ; VALENTIM, P. A. ; BARRETO, F. ; MITJANS, A. ; CRUZ-SANDOVAL, D. ; FAVELA, J. ; MUCHALUAT SAADE, DÉBORA C. .
Towards Enhancing the Multimodal Interaction of a Social Robot to Assist Children with Autism in Emotion Regulation. In: 15th EAI
International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2021, Tel Aviv. **EAI PervasiveHealth 2021**, 2021.

Pesquisadores Participantes

- Célio Vinicius Neves de Albuquerque, UFF
- Débora Christina Muchaluat Saade, UFF
- Eduardo Souto, UFAM
- Fabio Kon, USP
- Marcelo Augusto Costa Fernandes, UFRN
- André Santanché, Unicamp



Primeiras Parcerias

UFF - UFRN : Luvas Hápticas para Terapias Multisensoriais para Autistas
Experiências imersivas com efeito tátil
Marcelo Fernandes (UFRN) - Débora Saade (UFF)

Unicamp - UFAM:
Pacientes virtuais para educação (estudantes de medicina)
BD de saúde
André Santanche (Unicamp) - Eduardo Souto (UFAM)



Linha de Pesquisa em Saúde Digital

Muito obrigado!!