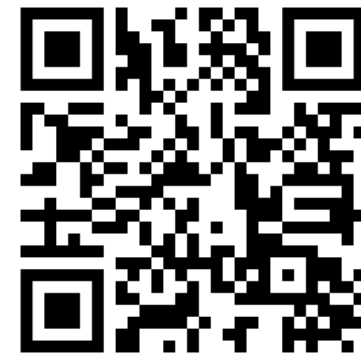
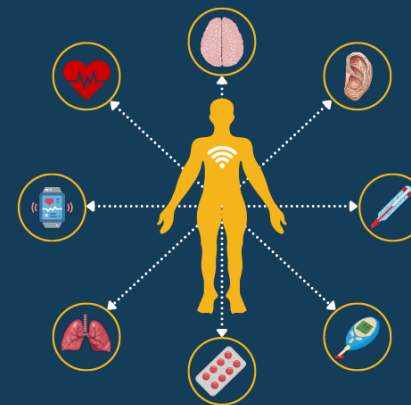




INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



CardIoT - Eletrocardiógrafo Interoperável baseado em Internet das Coisas

Fábio Pires Itturriet



fabioitturriet@ifsul.du.br



www.fabioitturriet.com.br
<https://if4health.netlify.app/>



github.com/fabioitturriet

Patrick Anderson Lacerda Morás e André Luis Del Mestre Martins

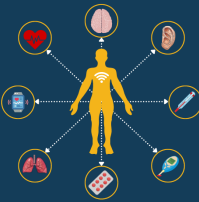


Sumário



INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



- Apresentação do grupo IF4HEALTH
- Introdução
- Objetivos
- Circuito de aquisição de Sinais de ECG
- Plataforma de Desenvolvimento
- Transmissão de ECG para servidores Interoperáveis
- Resultados Experimentais
- Conclusões e Trabalhos Futuros



IF4HEALTH

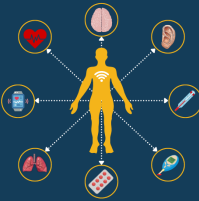
Grupo de Pesquisa em Tecnologias para Saúde

- Charqueadas/RS
- Fundado em 2020
- 3 professores
- Bolsistas de Iniciação Científica
 - 5 - Engenharia de Controle e Automação
 - Patrick Anderson Lacerda Morás
 - 1 - Técnico em Informática
- Trabalhos de Conclusão de Curso
 - 4 Engenharia de Controle e Automação
 - 2 Tecnologia em Sistemas para Internet



Professor no IFSUL desde 2010
Engenheiro Eletrônico
Mestrado em Microeletrônica
Doutorado em Eng. Elétrica
Coordenador do grupo IF4HEALTH





Introdução

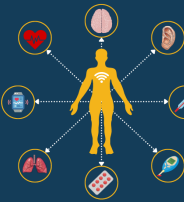
- Cardiopatias são as doenças responsáveis por mais óbitos em todo mundo
- Eletrocardiograma é o principal exame para diagnóstico de cardiopatias
- Pandemia reduziu a procura pelo exame de ECG
- IoT na saúde (IoT + Telemedicina)
- Projeto e construção de Eletrocardiógrafos são desafiadores
- Heterogeneidade de aplicações de Saúde
- Interoperabilidade reduz custos e melhora atendimento médico

Objetivo

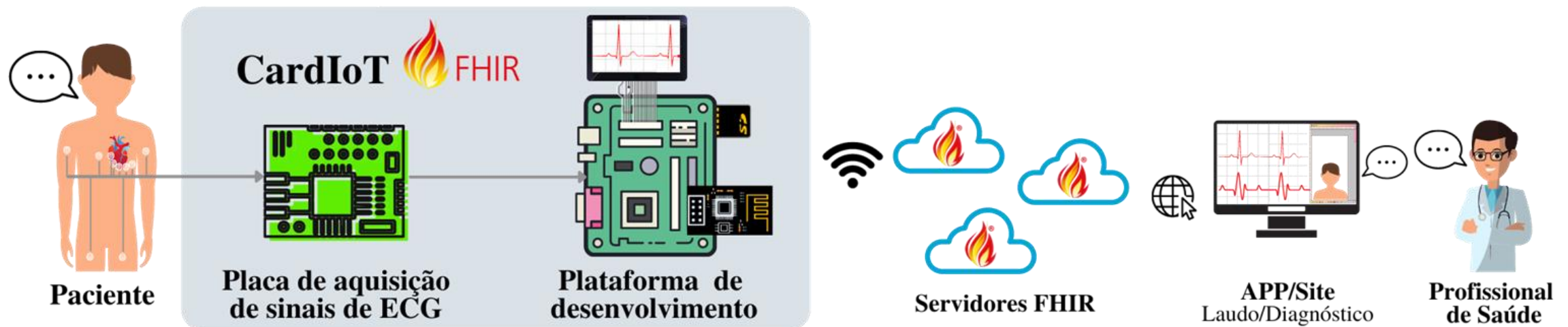


INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



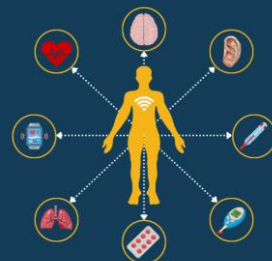
- Desenvolver o CardIoT, um Eletrocardiógrafo **portátil** capaz de realizar e transmitir ECGs de curta ou longa duração de até 12 derivações através da Internet visando a interoperabilidade do sistema.
- Levar um profissional de saúde e o CardIoT para realizar o ECG dentro da casa dos pacientes e enviar os resultados para qualquer servidor FHIR.





INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



Circuito de aquisição de ECG

Projeto e Construção

Diagrama esquemático



INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



➤ Easy EDA

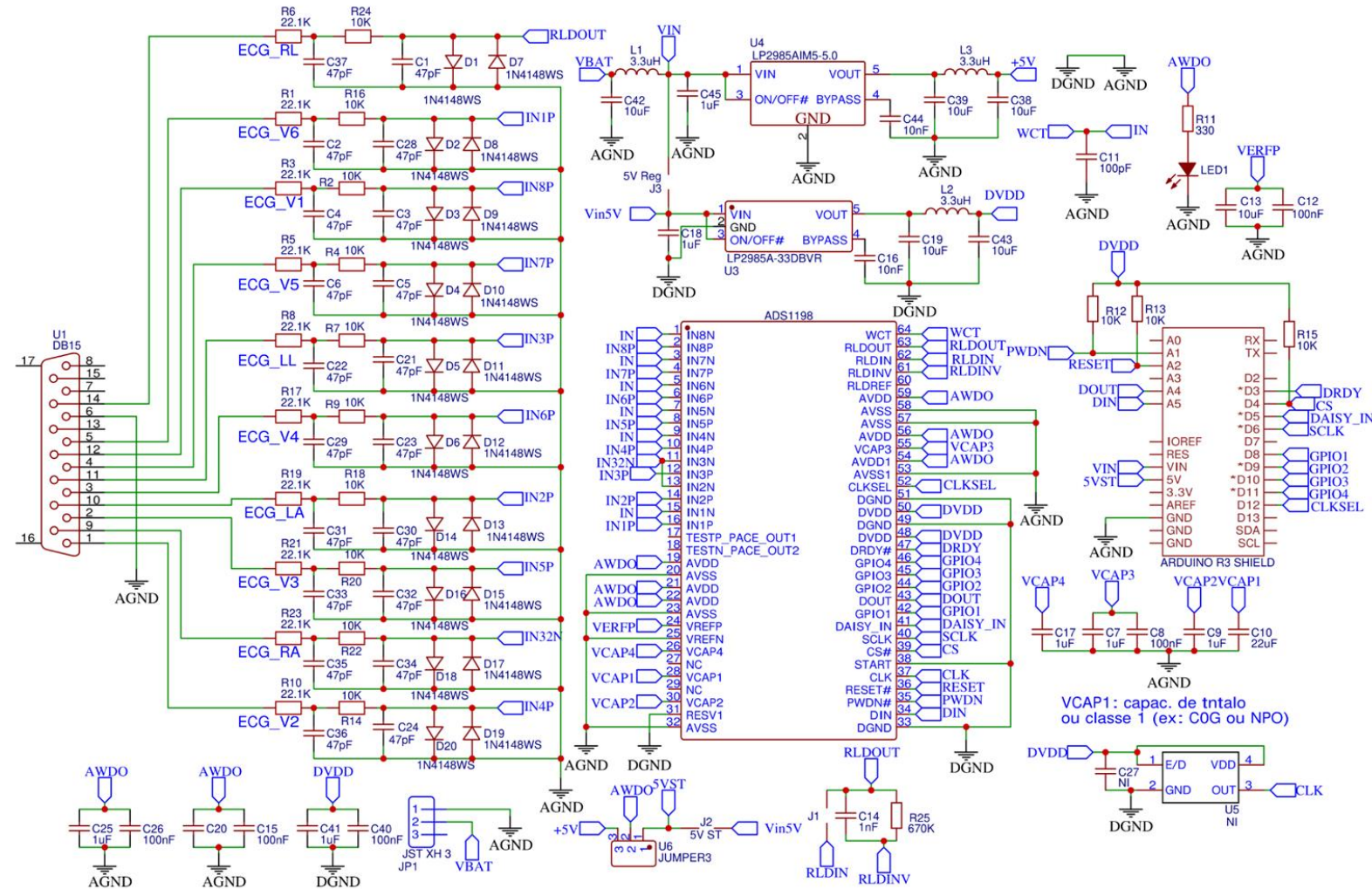


➤ Front-end ADS1198

➤ 12 derivações

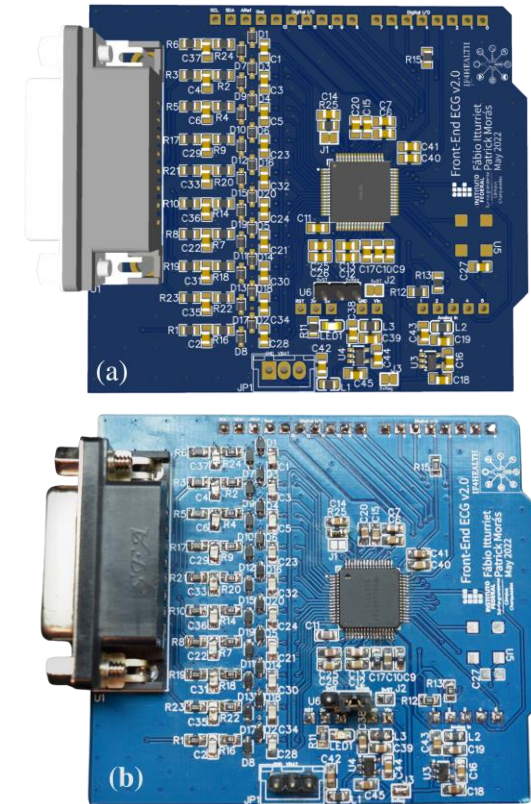
Canal	Derivação	Canal	Derivação
1	V6	5	V3
2	I	6	V4
3	II	7	V5
4	V2	8	V1

$$\left\{ \begin{array}{l} III = II - I \\ aVR = -\frac{I + II}{2} \\ aVL = I - \frac{II}{2} \\ aVF = II - \frac{I}{2} \end{array} \right.$$



Placa de Circuito Impresso

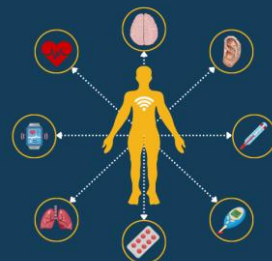
- Boas práticas de leiaute
 - Duas camadas
 - PCI separada em áreas Digital e Analógica
 - Aterramentos com conexão do tipo estrela
- ADS1198 (encapsulamento TQFP-64)
- Tecnologia SMD 0805
- Conector no formato Shield Arduino





INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



Plataforma de Desenvolvimento

Apresentação e Firmware

Plataforma 32F769IDiscovery

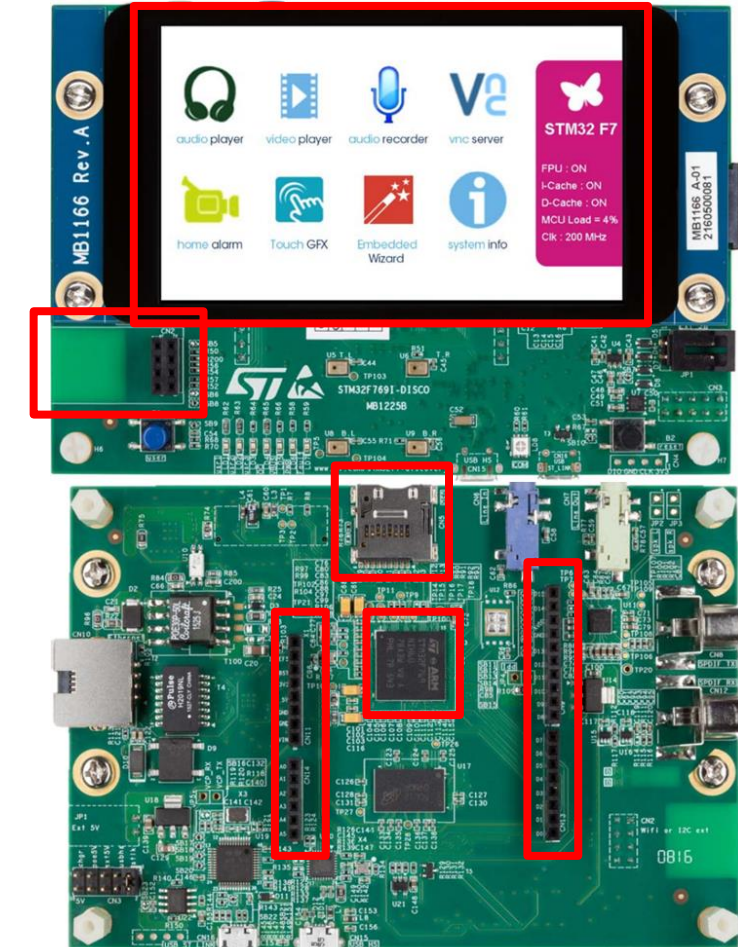
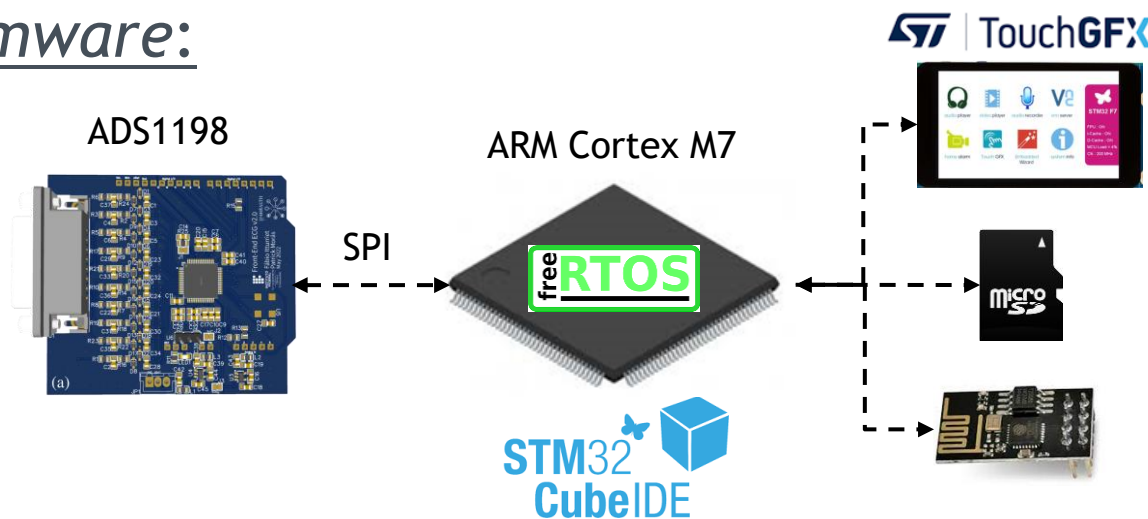


INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



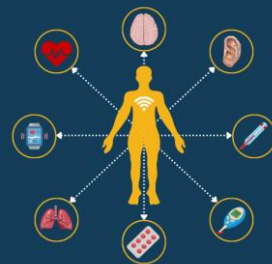
- MCU STM32F769NI (ARM Cortex M7 - 32 bits)
- *Display LCD Touch TFT* colorido de 4in
- Adaptador para ESP-01
- Conector para cartão de memória
- Shield Arduino Uno Rev.3
- Firmware:





INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



Menu Principal

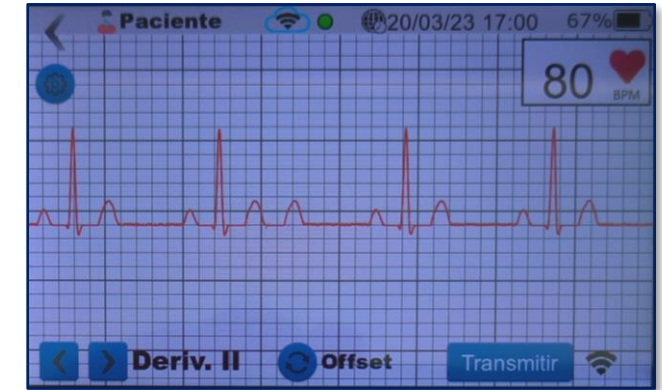
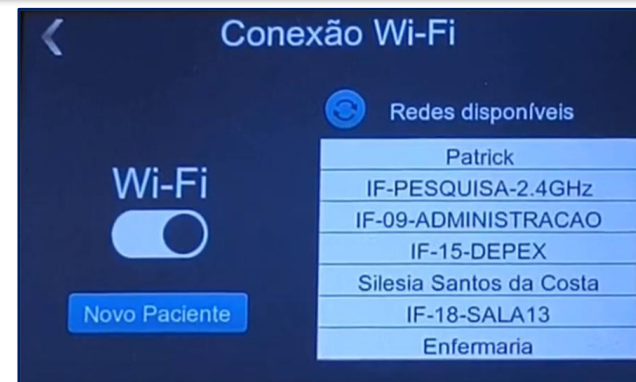
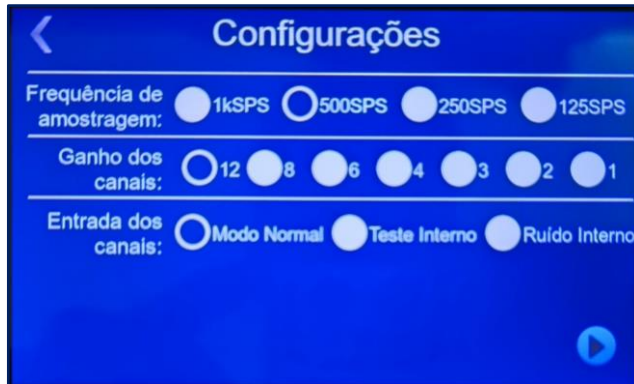
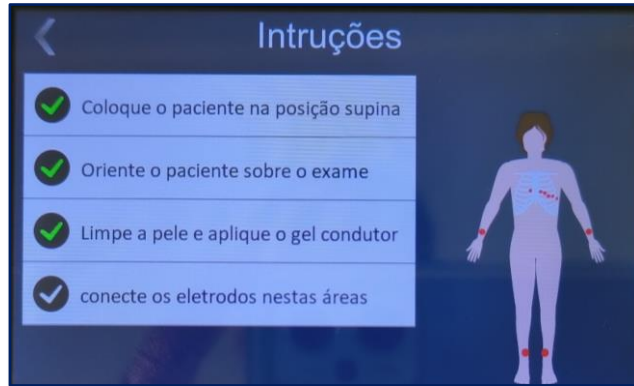
Interface Gráfica

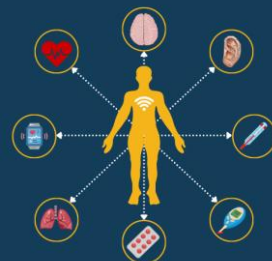
Interface Gráfica



INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas





Transmissão de ECG para servidores FHIR

Interoperabilidade



INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



- É a capacidade de dois ou mais sistemas trocar informações e usar as informações trocadas
- Padroniza a troca de dados entre *Devices* IoT e aplicações Web
- FHIR - *Fast Healthcare Interoperability Resources*
 - Formato de Envio de dados “*Resources*”
 - Arquitetura REST
- Interoperabilidade do CardIoT
 - Realizar requisições web HTTP seguindo modelo REST
 - Registrar os dados do ECG de acordo com o padrão FHIR
- CardIoT é capaz de utilizar qualquer nuvem compatível com FHIR



Recurso *Observation*



INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

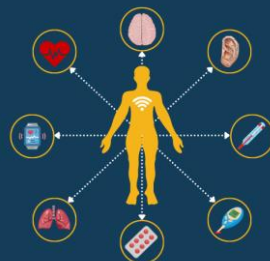
Câmpus
Charqueadas



- Exemplo de Resource FHIR *Observation*
- **resourceType** (Obrigatório)
- **subject** - Indivíduo
- **device** - CardIoT
- **component**
 - **coding** - (Padrão IEEE 11073-10101)
 - **period** - Taxa amostragem
 - **data** - Amostras do ECG
- Requisição web http POST

```
{
  "resourceType": "Observation",
  "subject": {
    "reference": "Patient/f001",
  },
  "device": {
    "display": "12 lead ECG Device - CardIoT"
  },
  "component": [{
    "code": {
      "coding": [{
        "system": "urn:iso:std:iso:11073:10101",
        "code": "131073",
        "display": "MDC_ECG_LEAD_I"
      }]
    },
    "valueSampledData": {
      "origin": {
        "value": 2048
      },
      "period": 10,
      "factor": 1.612,
      "lowerLimit": -3300,
      "upperLimit": 3300,
      "dimensions": 1,
      "data": "2041 2043 2037 ... 2027 2034 2033 2040"
    }
  ]
}
```

json do recurso Observation ECG de 1 derivação



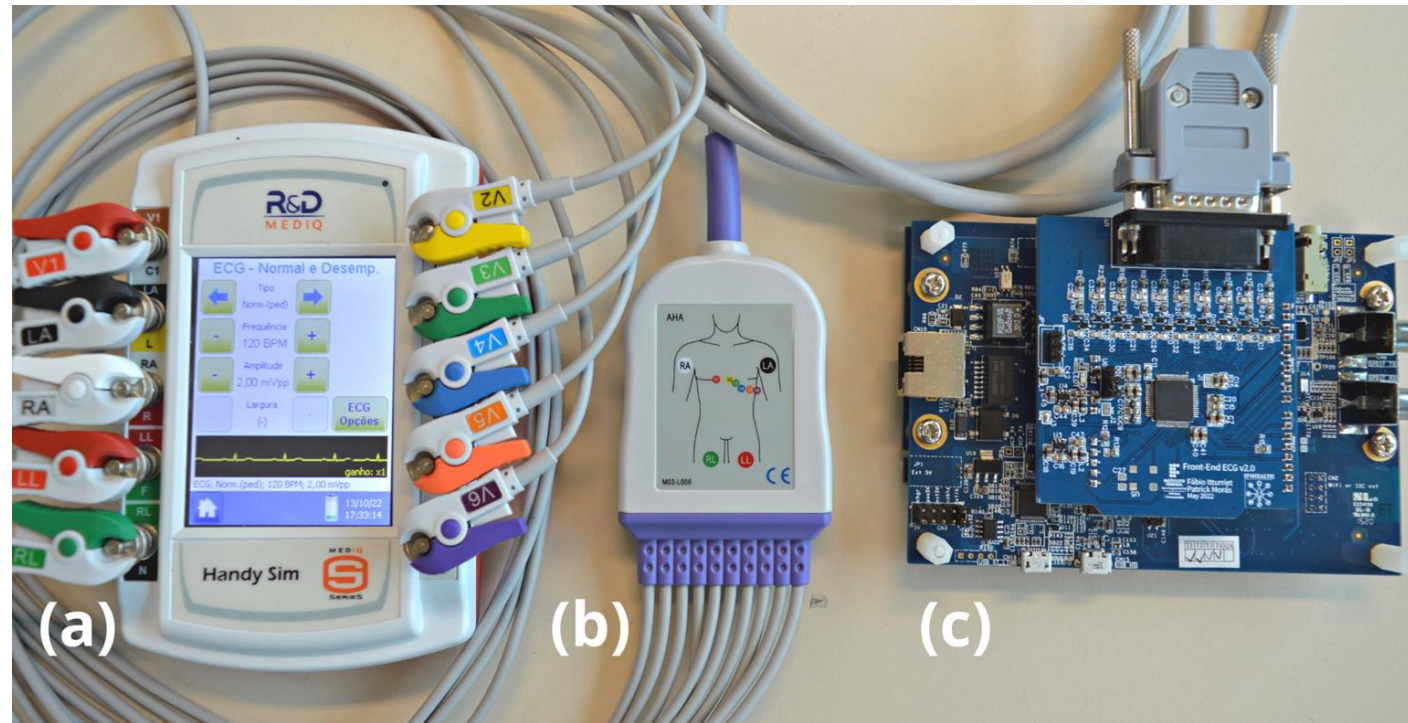
Resultados Experimentais

Experimento 1 - Aquisição e visualização de ECG

Experimento 2 - Transmissão de ECG para servidor FHIR

Setup Experimental

- Simulador de Pacientes (a)
 - 10 eletrodos
 - 12 derivações
 - Sinal gerado na tela
- Cabo ECG 10 vias (b)
- CardIoT (c)
 - Bateria LIPO



Experimento 01

Aquisição e visualização de ECG

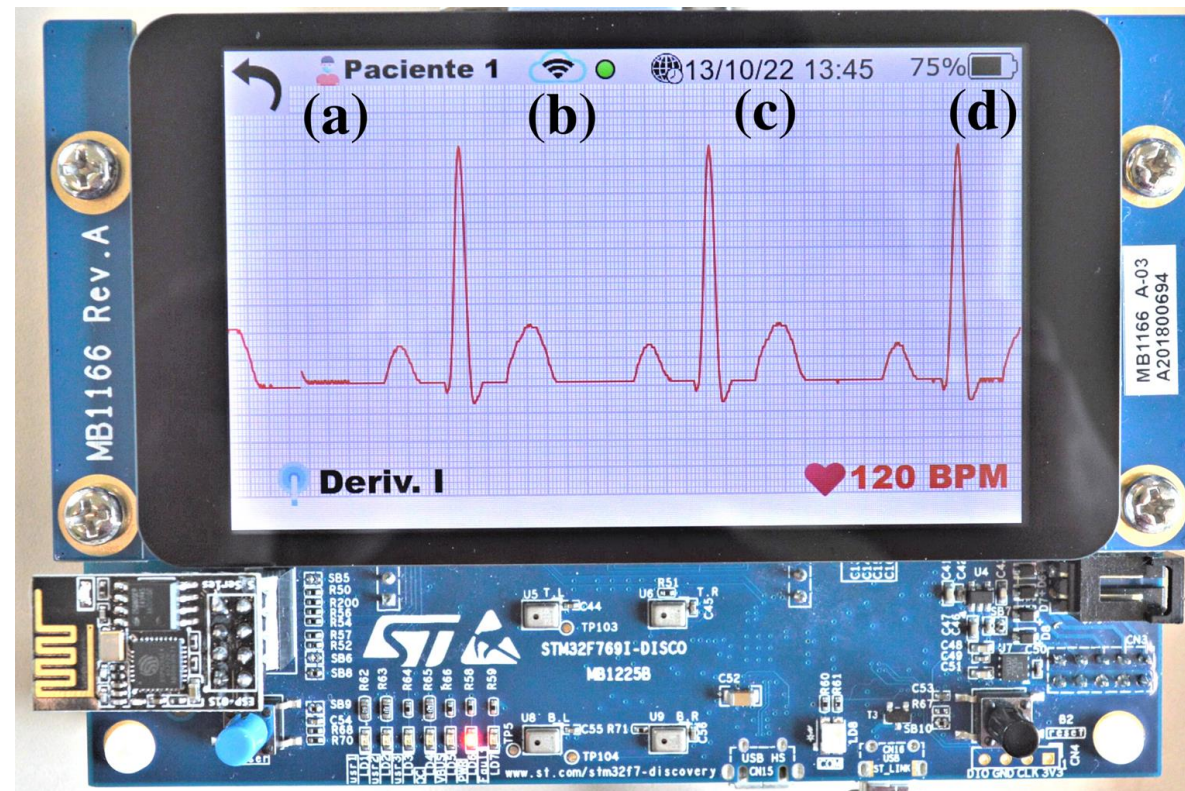


INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

Câmpus
Charqueadas



- Opção “Exame”
- Exame do Paciente 1 (a)
- Conexão estabelecida (b)
- Data e hora (c)
- Monitor de bateria (d)
- Simulador de Pacientes
 - 120BPM
- Cálculo de batimentos cardíacos
 - Algoritmo *Pan-Tompkins*



Experimento 02

Transmissão de ECG para servidor FHIR



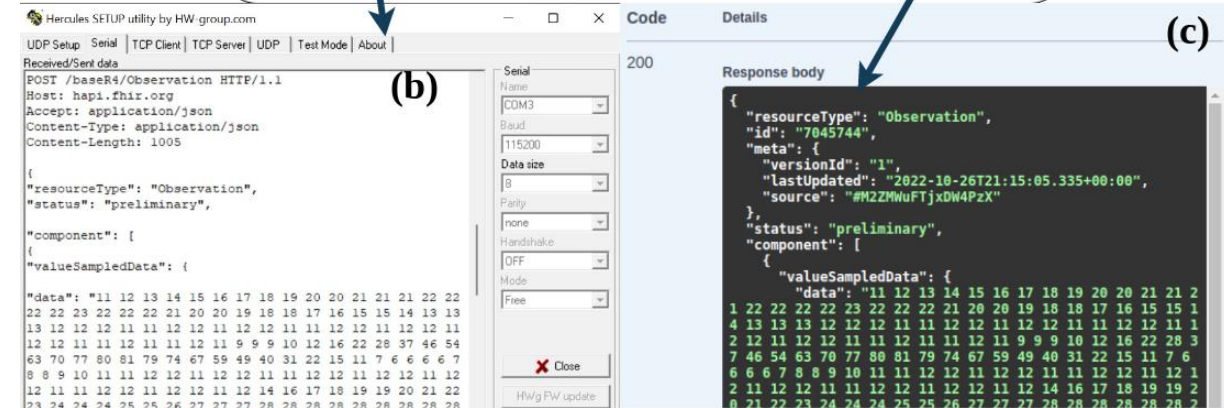
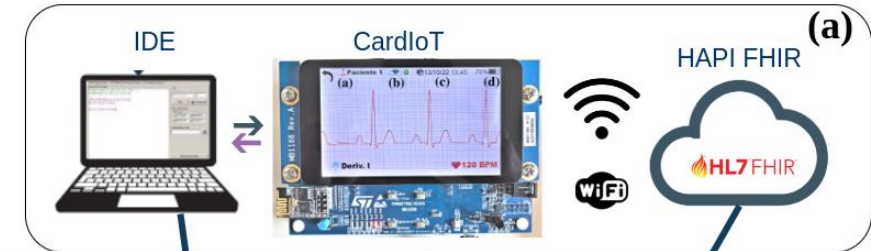
INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense

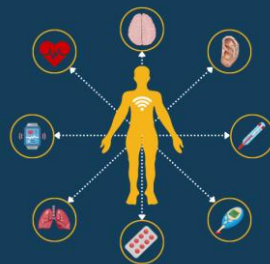
Câmpus
Charqueadas



- Servidor HAPI FHIR
 - Servidor de testes gratuito
- Monitor Serial (b)
 - Troca de informações
- *Observation* com as amostras ECG
- HAPI FHIR respondeu “200”
- `curl -X 'GET' \`

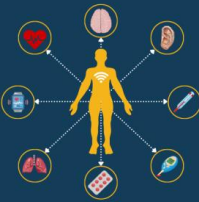
`'https://hapi.fhir.org/baseR4/Observation/7045744' \ -H 'accept: application/fhir+json'`





Conclusões e Trabalhos Futuros

Projeto e Construção



- Os resultados preliminares do CardIoT quanto a aquisição e visualização do ECG são satisfatórios mediante a comparação com o simulador de paciente calibrado.
- O dispositivo se mostrou compatível com o padrão FHIR tornando-o interoperável.


Trabalhos Futuros:


- Calibração do circuito de aquisição ✓
- Construção de um gabinete para transporte ✓
- Desenvolvimento um Front-end para o profissional médico ⚠
- IA para detecção de cardiopatias ⚠
- Implementar Filtros digitais ⚠



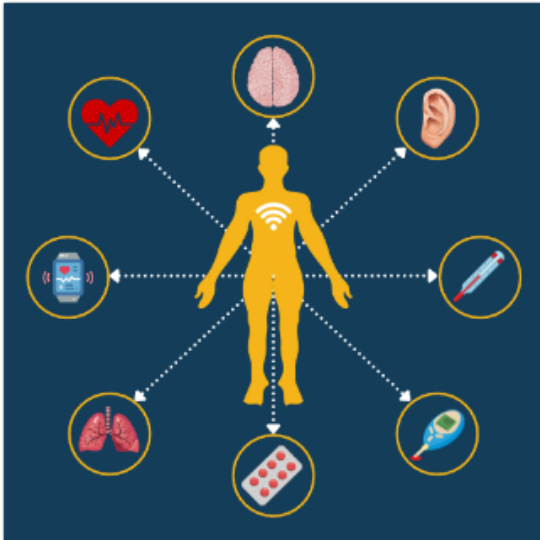
Mais Informações







<https://if4health.netlify.app/html/cotb2023>

 INSTITUTO FEDERAL
Sul-rio-grandense | Câmpus
Charqueadas

 Home

Computer on The Beach - 2023 (Link Tree) - IF4Health



-  Vídeo 01 - Instruções, Configurações e Batimentos
-  Vídeo 02 - Cadastro e Conexão WIFI
-  Vídeo 03 - Exame, Envio FHIR e Visualização Remota
-  Firmware source code
-  Apresentação CoTB - 2023
-  Artigo CoTB - 2023 (pre-print)



MUITO OBRIGADO

Fábio Pires Itturiet



fabioitturiet@ifsul.edu.br
<https://if4health.netlify.app/>



<https://if4health.netlify.app>  if4health

www.ifsul.edu.br
Instituto Federal Sul-rio-grandense | câmpus Charqueadas

