UMA ABORDAGEM PARA A TRANSMISSÃO DE SINAL CARDÍACO ATRAVÉS DE BLUETOOTH E SERVIDOR EM NUVEM

Francisco Muller Machado [1], Eduardo Giometti Bertogna [1,2],
Miguel Antonio Sovierzoski [1,3]

[1] Departamento Acadêmico de Eletrônica – DAELN_CT
[2] Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial – CPGEI
[3] Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica – PPGEB
[1,2,3] Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, Brasil
Av. Sete de Setembro, 3165,
Curitiba, Paraná - Brasil

Resumo: O mundo de hoje vive uma revolução nos conceitos que envolvem a disponibilidade de informação em qualquer lugar, a qualquer tempo, para qualquer plataforma. Muitos sistemas de monitoramento fazem uso destas novas técnicas a fim de melhorar a vida de pacientes e otimizar o tempo na rotina dos profissionais da saúde. Já há alguns anos, diferentes tipos de tecnologias de comunicação sem fio de curta distância vêm sendo desenvolvidas para trabalharem com sinais fisiológicos, de modo a ser possível transmitir os dados para um dispositivo móvel. De outro lado, dispositivos móveis sofreram uma revolução invisível na última década com a implantação na quase maioria deles de sistemas operacionais embarcados como o Android, suficientemente rápidos para o processamento necessário aos aplicativos de hoje. Atualmente pode-se também armazenar dados em servidores remotos, de forma a possibilitar o processamento a *posteriori* das informações. Dentre os aplicativos que podem fazer uso combinado destas técnicas estão os aplicativos para a área da engenharia médica e hospitalar. Este trabalho apresenta uma solução tecnológica embarcada que utiliza todas estas novas tecnologias em um único produto final que visa uma solução para receber o sinal de eletrocardiografia (ECG), até tratá-lo, transmití-lo localmente com controle de fluxo de dados, visualizá-los na tela e transmití-los para um servidor remoto.

Palavras-chave: ECG, tecnologia de monitoramento remoto, computação em nuvem.

Abstract: *The world today faces a revolution concerning many new concepts in different areas that can be used for eHealth in order to make the information available anywhere, anytime as well as to multiple platform systems. Over the years many technological solutions have been developed to improve systems responsible for patient´s quality of life and to optimize the daily routine for doctors, nurses and all related professionals. In one hand there have been developed recent short range low power wireless transmission technologies suitable for the local transmission of physiological signals from patients to nearby mobile devices. On the other hand there have been huge advances in mobile systems concerning their operational systems as well as their embedded hardware. Also new ways of turning the information available have become suitable for the new technologies in what concerns the web. Among all types of mobile applications that may use those new technological resources are the ones related to medical and health care systems. This paper presents a solution for local transmissions of an ECG signal over Bluetooth with flow and error control, and also its transmission over the internet to a remote application. This paper had the concern with the timeline signal, so that lost packages, due to eventual lost of Bluetooth transmissions, can be tracked. The developed system sends the signal for an online or offline read of it, as the signals itself is stored in a remote cloud server.]*

Keywords: *ECG, remote sensing technology, cloud computing.*

Introdução

Nos dias de hoje existem muitas tecnologias emergentes surgindo [1,2] para ajudar a resolver problemas relacionados com o mundo moderno, ou facilitar a realização de tarefas e a iteração da sociedade. Tem-se hoje uma quebra de paradigmas envolvendo a prestação de serviços por meios da internet, *smartphones*, além de sensores em geral, incluindo entre eles sensores de pressão, temperatura e de sinal de eletrocardiografia (ECG). Novos dispositivos surgem, novos padrões de comunicações são desenvolvidos, o aparecimento de novos dispositivos para transmissão local de sinais fisiológicos até avanços em diversas áreas, como a computação em nuvem que ajudam no desenvolvimento de soluções para que novos métodos sejam aplicados na resolução de problemas antigos. Uma verdadeira quebra de paradigmas está ocorrendo em diversas áreas, principalmente no que tange à facilidade de se obter informação quanto à pacientes ou status de alguma informação referente a hospitais.

Para curtas distâncias o padrão Bluetooth de comunicação sem fio é um padrão bastante conhecido e difundido. Muitos são os protocolos aplicáveis a ele, existindo desde padrões de alcance mais longo até outros que enfatizam a economia de energia no processo de transmissão de dados. De outro lado, o padrão Android como sistema operacional é muito difundido entre dispositivos móveis, tais como *smartphones* e *tablets*. Existem muitas bibliotecas para a programação de tais dispositivos a fim de se controlar dispositivos externos com transmissão sob o protocolo Bluetooth.

Em outra trincheira surge o conceito de Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT) que propaga os benefícios de se poder fazer uso de sinais provenientes de sensores com uma identidade única, que os identifique em qualquer lugar em computadores espalhados pelo globo. O conceito de computação em nuvem também se une ao de IoT, pois permite que dados sejam armazenados e até tratados por aplicativos localizados remotamente em relação ao ponto que os transmitiu.

Neste sentido, surge a ideia deste trabalho que propõe tornar disponível um sinal fisiológico, como o sinal do ECG, tanto para um aplicativo Android local que o receba e o apresente na tela, quanto remotamente para outro dispositivo, Android remoto, que possa receber os dados via internet de um servidor em nuvem e os apresente *online* ou quando o profissional da área médica assim desejar ver os dados do exame. Este trabalho envolve um sistema de hardware que capta o sinal bioelétrico do coração com três eletrodos, gerando um canal de ECG, que é aplicado a uma etapa analógica de amplificação e filtragem, e então digitalizado e convertido para sinal digital por um microcontrolador é posteriormente transmitido via Bluetooth para um dispositivo móvel, com controle de erro e fluxo de dados. Os dados do sinal de ECG são então transmitidos para um servidor remoto, através do qual um segundo aplicativo, em um dispositivo móvel remoto, pode receber estes dados e disponibilizá-los na tela deste dispositivo ao profissional da área médica para análise.

Revisão da Literatura

Existem artigos de revisão que descrevem a possibilidade recente do uso dos dispositivos móveis para telemedicina. O surgimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) vem tornando possível o uso dos aparelhos celulares em várias áreas da telemedicina [3]. O grande diferencial encontrado nos dispositivos móveis atuais é a alta capacidade de processamento de dados e a possibilidade de uso conjunto de dados provenientes da internet [3]. Muito desta tecnologia vem sendo estudado para melhorar o monitoramento de pacientes de maneira remota, pois não somente nos grandes centros urbanos existe dificuldade de locomoção, como também há dificuldade de prestação de serviços médicos em localidades longe dos grandes centros [2].

Nos dias atuais há uma revolução em curso devido ao surgimento de várias novas tecnologias para os aparelhos celulares, denominados de *smartphones*. Em sua maioria os *smartphones* são operados por modernos sistemas operacionais embarcados tais como o iOS da Apple, e o Android da Google.

Devido ao seu alto poder de processamento dos aparelhos, são capazes de processar muita informação, a ponto de torná-los não somente aparelhos de comunicação celular, via rede de voz GSM, como também verdadeiros computadores móveis portáteis. Apesar desta tecnologia surgir para tornar mais fácil a vida da população, ela encontra resistência principalmente em pessoas com mais de 50 anos que teriam mais resistência em aprender a manusear *smartphones* e suas funcionalidades [3].

Esta revolução tecnológica oferece novos tipos de problemas técnicos, como o problema de segurança das informações, e da comunicação e a necessidade de criptografia para os dados [1]. Muitos trabalhos surgiram recentemente, que propõem o uso do conceito de IoT para a obtenção de dados de pacientes que são colocados na nuvem através de um aplicativo móvel [6]. Outro trabalho propõe-se um sistema em que sensores do tipo *wearable* adquirem informações como as medições de pressão arterial do sangue ou a temperatura do corpo, que são transmitidas via Bluetooth para um dispositivo que então as envia para um servidor remoto pela internet [7]. De forma semelhante, sugere-se um sistema pelo qual médicos possam ter acesso *online* de dados transmitidos via um servidor em nuvem [8].

Materiais e Métodos

Visão Geral – O trabalho abrange o uso de um dispositivo aqui chamado de dispositivo biomédico Bluetooth, do aplicativo Android local (paciente) sendo executado a partir de um primeiro dispositivo móvel, e de um aplicativo Android remoto (médico) executado a partir de um segundo dispositivo móvel. A Figura 1 apresenta a visão geral do sistema.

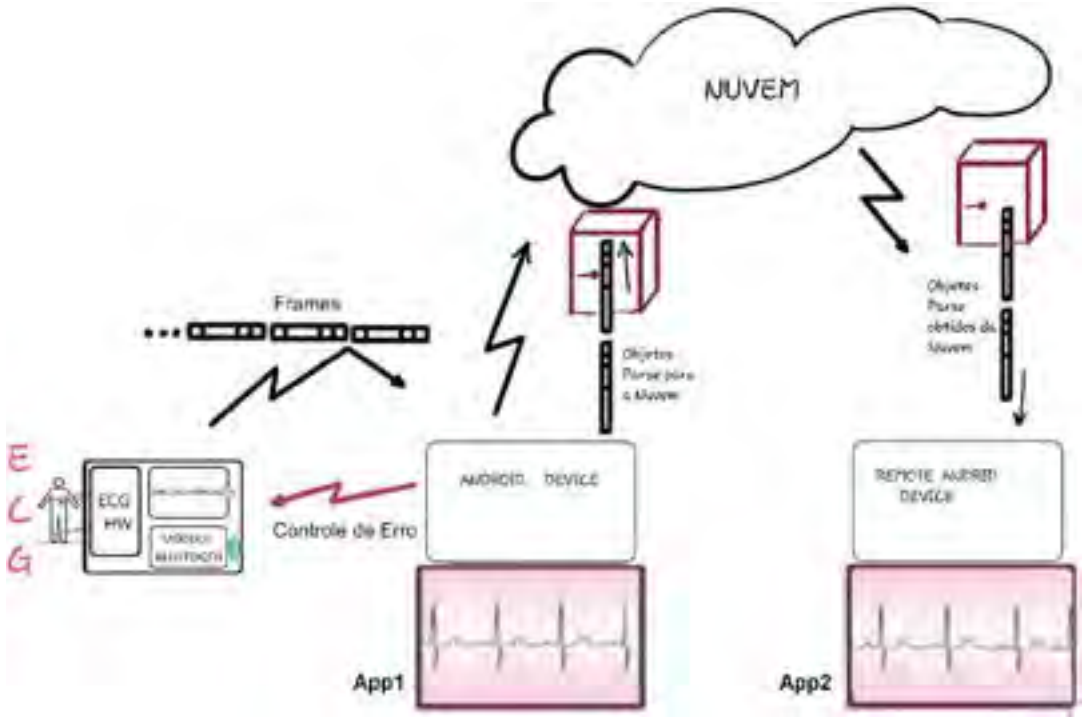

Figura 1: Visão geral do sistema de transmissão de dados biomédicos. O aplicativo App1-paciente do Android local (lado do paciente) recebe o sinal de ECG do paciente, apresenta na tela e envia para a nuvem. O aplicativo App2-médico do Android remoto (lado do médico) recebe o sinal de ECG da nuvem e apresenta na tela do dispositivo.

Dispositivo Biomédico Bluetooth – O dispositivo corresponde ao responsável pelo condicionamento e aquisição do sinal de ECG e a sua transmissão ao dispositivo Android local (paciente), foi

denominado de App1-paciente. Este dispositivo é composto por três partes: (a) pelo hardware que condiciona os sinais de baixa amplitude provenientes do sinal cardíaco para serem lidos pelo conversor analógico-digital (A/D) do microcontrolador; (b) pelo microcontrolador, cujo conversor A/D converte o sinal de ECG em amostras com resolução de 10 bits, realiza seu tratamento e as envia ao módulo transmissor Bluetooth; (c) pelo módulo transceptor de dados sob protocolo Bluetooth.

Condicionamento do sinal de ECG – O sinal de ECG apresenta tensões elétricas da ordem de milivolts, necessitando ser amplificado antes de ser amostrado. Neste projeto usou-se um amplificador de instrumentação (circuito integrado INA102) apropriado para sinais fisiológicos, como os provenientes do coração.

A configuração de eletrodos utilizada foi a de três terminais, referentes à perna direita, braço esquerdo e braço direito. Estes sinais são conectados às respectivas entradas ilustradas na Figura 2 para fins de condicionamento do sinal.

Em toda a aquisição de sinal bioelétrico existe a interferência em modo comum do sinal da rede elétrica de 60 Hz, que tem uma amplitude bastante elevada quando comparado aos sinais bioelétricos do corpo humano. Devido a isto, processos de filtragem sempre se fazem necessários. Neste trabalho optou-se por utilizar um filtro passa-altas de primeira ordem, seguido de um filtro passa-baixas de quarta ordem, conforme apresenta a Figura 2.

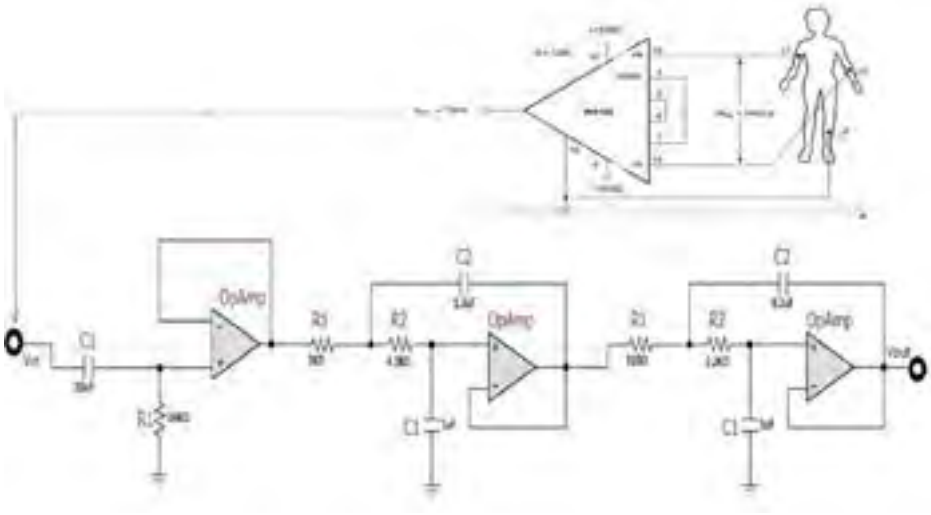

Figura 2: Circuito de condicionamento do sinal de ECG.

Simulador de sinais de ECG – Foi utilizado um equipamento gerador de sinais de ECG como o ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Gerador de sinais de ECG utilizado no trabalho.

Microcontrolador e Módulo Bluetooth – O objetivo do trabalho era utilizar dispositivos de fácil aquisição para uso acadêmico. Por isto usou-se uma placa Arduino Nano, que faz uso do microcontrolador ATmega328p da empresa Atmel. Os principais periféricos contidos no microcontrolador para este trabalho são o conversor A/D e a interface serial assíncrona que executa a comunicação com o módulo Bluetooth.

O microcontrolador tem o papel de fazer as amostragens do sinal de ECG, convertendo-as em palavras digitais de 10 bits. Decidiu-se por realizar as amostragens a cada 2 milissegundos, gerando-se 500 amostras/segundo. A taxa de amostragem é controlada pelo temporizador/ contador (T/C1) de 16 bits do ATmega328p, cujo *clock* de contagem é oriundo do *clock* principal dividido por um fator de 8, e sendo esta contagem de 4000 pulsos de *clock*. Deste modo uma rotina de interrupção do T/C1, sendo chamada a cada 2 milissegundos, é responsável por realizar uma leitura de amostra, assim como acrescentar a amostra ao *frame* de dados.

Arquitetura de Operação Local – A maneira como o microcontrolador faz uso dos dados amostrados está ilustrado na Figura 4. O primeiro passo consiste em amostrar o sinal de ECG presente na entrada do conversor A/D. A medida que as amostras são obtidas, um novo *frame* de dados é montado. Em seguida, verifica-se se um *frame* está pronto para envio. Em caso positivo, transmite-se o *frame*. Caso contrário, verifica-se se existe algum *frame* pendente de retransmissão. A retransmissão é solicitada a seu tempo, na eventualidade de o dispositivo Android local não ter recebido corretamente algum *frame*, quando então um pedido de retransmissão é feito ao dispositivo biomédico Bluetooth.

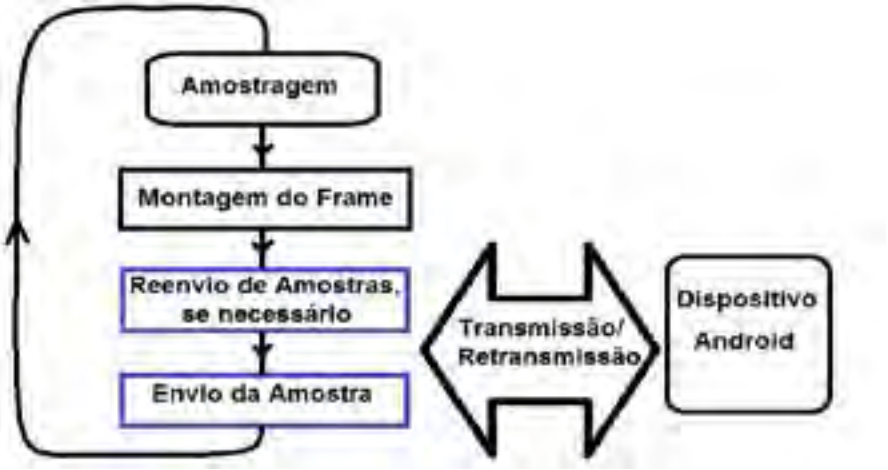

Figura 4: Arquitetura de transmissão local de dados.

O *frame* é formado por um cabeçalho, pelo valor da taxa de amostragem, com valor de 500 amostras por segundo para este trabalho. Segue um número de sequenciamento do *frame* e por quatro amostras consecutivas obtidas do sinal de ECG. Por fim, um controle para a verificação da integridade das quatro amostras é adicionado na forma de um *checksum*. Cada qual com um cabeçalho padrão e o valor da amostragem.

Arquitetura para Controle de Fluxo e de Erros de Sinal de ECG – O dispositivo biomédico Bluetooth implementa uma arquitetura de transmissão de dados de ECG de forma a se obter controle sobre o fluxo bidirecional de dados entre o aplicativo local e o dispositivo biomédico Bluetooth. O objetivo da arquitetura é fazer com que as partes envolvidas, apresentadas na visão geral pela Figura 1, estejam preparadas para se houver erro de transmissão de dados para o dispositivo móvel Android, representado pelo App1-paciente.

Os dados são enviados continuamente do dispositivo Bluetooth ao dispositivo Android que os recebe, verificando sua integridade através do controle de *checksum*. Do *frame* recebido pelo dispositivo Android são retiradas as quatro amostras, com as quais se recalcula o valor de *checksum*. Então é verificado se confere com o valor de *checksum* enviado no *frame*. Caso os valores de *checksum*s não sejam iguais, o dispositivo Android envia via Bluetooth uma solicitação de reenvio do *frame* que foi recebido com erros.

A Figura 5 apresenta duas linhas do tempo: a linha de cima representando o dispositivo móvel Android que recebe os *frames*, e a linha de baixo com os pulsos amostrados do sinal de ECG. A figura ilustra a situação na qual a cada quatro pulsos, quatro amostras são obtidas, para a formação de um *frame* que é, por sua vez, enviado. Durante o período de tempo em que a amostragem é feita, mas não há *frame* para transmissão, o sistema torna possível eventuais retransmissões (flecha em verde) de *frames* que foram recebidos com erros pelo dispositivo Android (flecha em vermelho).

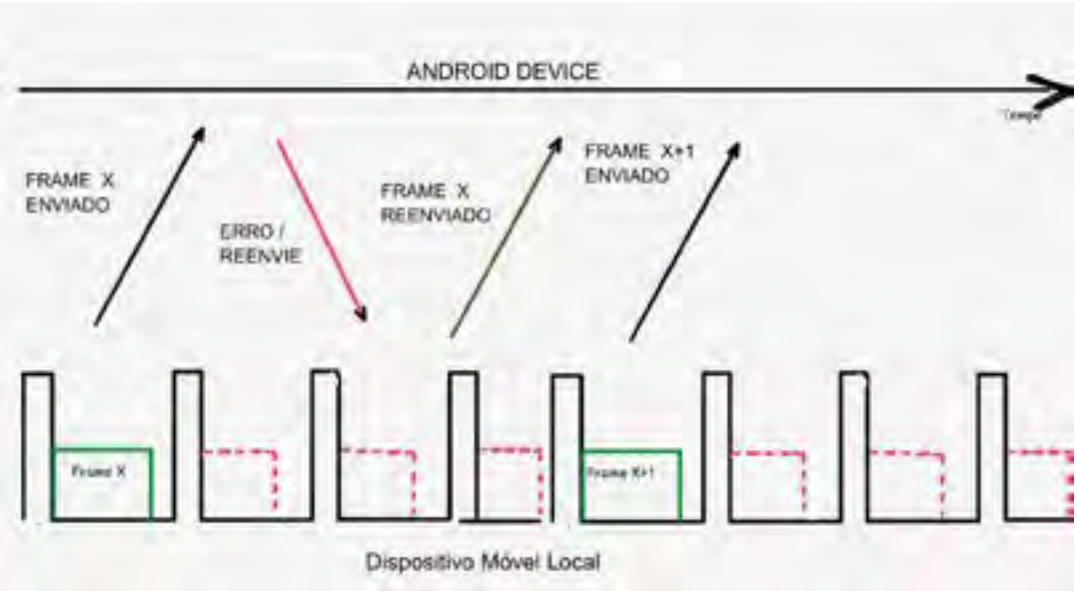

Figura 5: Linha do tempo da transmissão de *frames* entre o módulo Bluetooth e o dispositivo Android local.

Aplicativo Android Local – A arquitetura de transmissão de dados desenvolvida para este projeto tem como finalidade duas premissas. A primeira de fazer um controle de erros sobre os dados transmitidos, permitindo suas retransmissões quando necessário. A segunda, de realizar o controle do correto sequenciamento dos dados gerados ao longo do tempo, pois apenas com o módulo Bluetooth não seria possível saber se todos os *frames* teriam sido transmitidos em sequência. Na eventualidade de algum número de sequência não ter sido recebido pelo dispositivo Android App1-paciente, sua transmissão é solicitada na forma de uma retransmissão. A Figura 6 apresenta o diagrama de funcionamento do dispositivo biomédico. A etapa de transmissão de dados de ECG está sob a designação simplificada de "microcontrolador" envolvendo a rotina de transmissão de dados a cada 2 ms e a rotina de recepção de dados pela serial do microcontrolador. A primeira parte, à esquerda da Figura 6, representa a montagem dos *frames* no microcontrolador, assim como sua transmissão ou retransmissão, conforme o caso. A coluna do meio representa a rotina, ainda dentro do microcontrolador, que se encarrega de receber os pedidos de retransmissão provenientes do App1-paciente. Esta rotina basicamente armazena o valor do *frame* a ser retransmitido. Desta forma, quando for o momento de transmitir um *frame*, ou eventualmente de retransmitir um *frame*, este *frame* é retirado da informação armazenada pela rotina da coluna do meio.

À direita da Figura 6 está representado o funcionamento do App1-paciente de maneira simplificada. O aplicativo possui um processo de *thread* que permanece sempre recebendo dados que sejam recebidos pela sua interface Bluetooth do dispositivo móvel. À medida que os *frames* são recebidos, são decodificados na forma de amostras, idênticas às que originalmente formaram o *frame*. A integridade das amostras é verificada e, caso haja algum erro, o valor zero é atribuído para aquela amostra, além de sua retransmissão ser solicitada.

A tela do App1-paciente foi condicionada a receber as 500 amostras em toda a sua largura. Desta forma pouco mais de 1 segundo de sinal de ECG estão representados nela. As 500 amostras, sendo transmitidas por *frames* de quatro em quatro amostras, estão contidas em 125 *frames.*

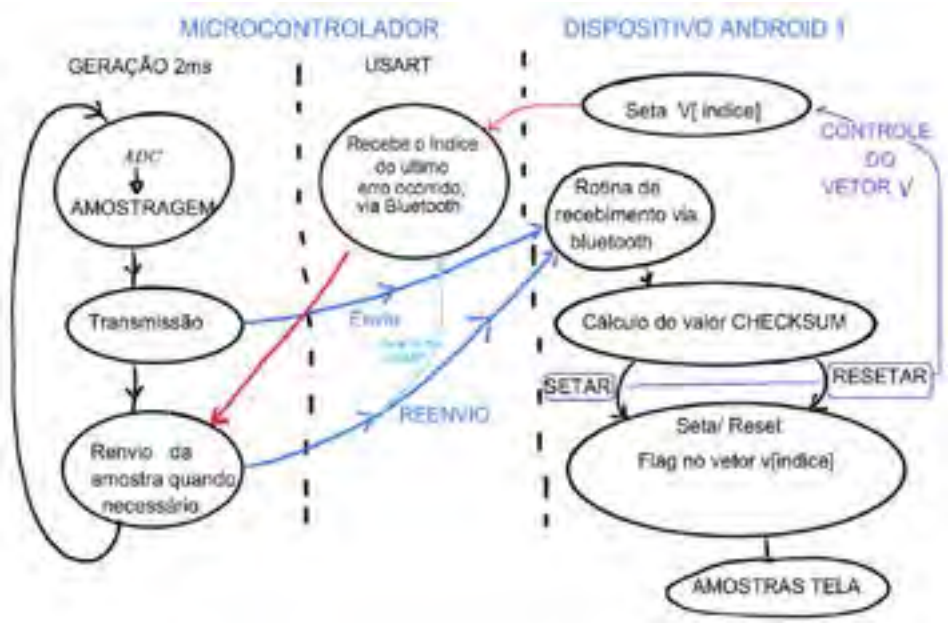

Figura 6: Protocolo entre o sistema microcontrolador e o App1-paciente.

As setas em azul representam situações de envio de dados ou de reenvio dos *frames* ainda não corretamente recebidos pelo dispositivo Android. A seta em vermelho representa situações de solicitação de reenvio de algum *frame* incorretamente recebido, caso que ocorre quando o controle de verificação do *frame* pelo cálculo do *checksum* apresentou falha.

Uma vez que as 500 amostras tenham sido recebidas, com ou sem erros, os dados são disponibilizados na tela através da atividade principal do aplicativo Android, assim como são enviadas para um servidor em nuvem.

Aplicativo Android Remoto – Um segundo dispositivo Android executa o aplicativo denominado de App2-médico. Sua função é receber as amostras decodificadas pelo App1-paciente que foram transmitidas pela internet via protocolo IP. Foi utilizado um servidor em nuvem para facilitar este processo, pois os dispositivos móveis no mundo moderno podem estar atrás desde simples *hubs* ou *access points* domésticos, assim como podem estar conectados via 3G ou 4G através de internet móvel.

A programação usando servidor em nuvem se responsabiliza em transpor estas dificuldades de programação. Este aplicativo requer permissões de acesso apenas ao hardware referente ao WiFi ou ao 3G, 4G, de modo a permití-lo receber dados via internet.

O aplicativo possui três comandos. Um primeiro botão conecta o aplicativo na rede de dados que estiver disponível no local de teste. Um segundo botão simplesmente faz a desconexão quando se desejar. A desconexão de dados é necessária para que o tráfego de dados entre o servidor remoto e

o aplicativo seja interrompido. Caso não o seja, mesmo que o aplicativo seja colocado em pano de fundo, ele continuaria a ser executado.

O diagrama de funcionamento do aplicativo App2-médico é apresentado na Figura 7. Tem-se uma etapa desenhada em cor preta, responsável pela representação na tela do aplicativo móvel dos dados recebidos via internet. Ao se pressionar o botão "Conectar", uma seta no diagrama em cor marrom dispara um processo em paralelo. Este processo, representado na cor azul é o responsável pela leitura contínua da interface de dados do dispositivo móvel provenientes do servidor remoto.

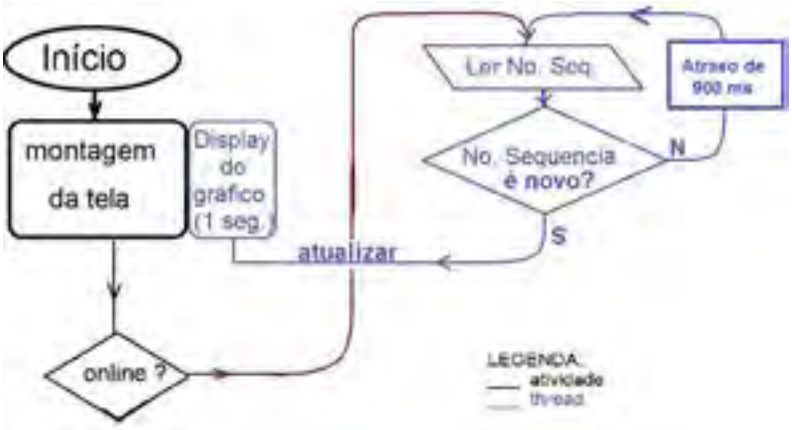

Figura 7: Fluxograma do aplicativo App2-médico.

O processo em paralelo é formado por um laço de programa que permanece lendo o registro de dados mais recente do servidor em nuvem. Cada registro lido corresponde a um segundo de dados de sinal de ECG. Cada registro lido contêm 500 amostras de sinal que são mostradas na tela do aplicativo App2-médico. Através da verificação do número de sequência do registro recém lido, sabe-se se o registro é um mais recente ao já plotado no display, ou não. O loop de leitura dos registros apresenta um atraso médio de 900 ms antes de uma nova leitura. Isto se deve ao fato de que os registros são enviados para o servidor remoto em nuvem aproximadamente a cada segundo.

Serviço Remoto em Nuvem da Parse – O sistema tem como base para seu funcionamento o uso de servidores em nuvem. Foram utilizados alguns dos serviços disponibilizados pela nuvem da Parse [8], pois para fins acadêmicos se mostrou interessante devido à gratuidade de uso e quando aos baixos volumes de tráfego são utilizados, além da facilidade de sua configuração e uso.

Dois aplicativos estão envolvidos: Um primeiro, responsável pelo recebimento do sinal de ECG localmente e de sua transmissão para a nuvem Parse; E um segundo aplicativo responsável pela contínua e constante leitura de novos pacotes enviados para a nuvem, a fim de mostrá-los no *display* do dispositivo móvel remoto.

Resumidamente o aplicativo App1-paciente transmite pacotes de informação contendo, cada um, 500 amostras para a nuvem. Cada pacote contém diversas informações sobre o sinal de ECG, conforme descrito na Tabela 1. O App2-médico caso esteja conectado via internet remotamente em um outro dispositivo móvel é capaz de receber as informações transmitidas pelo App1-paciente e mostrá-las no *display* do dispositivo remoto com a App2-médico.

Alguns dos dados descritos na Tabela 1 estão mostrados na forma de tabela visualizada na Figura 8, quando se acessa o servidor Parse. Para o usuário, pode-se pedir para o servidor disponibilizar os dados dispostos em linhas e colunas conforme se desejar, da mesma forma como se faria com uma planilha de dados. O número de sequência, correspondente a uma das colunas da Figura 8, é lido constantemente pelo App2-médico, de modo que a App2 sempre obtenha o número de sequência mais recentemente adicionado ao banco de dados do servidor Parse.

Tabela 1: Campos de informação transmitidos para a Nuvem.

Campo do Pacote	Descrição
Identificação	Número único de identificação do pacote
Amostragem	Taxa de amostragem do sinal transmitido
Nome	Nome do paciente
Data, Hora, o	Ano, mês, dia e hora do exame
Minuto / Segundo	Minuto e segundo da amostra
Número Sequencial	Número de sequência do pacote
Vetor Menos Significativo	Dados do sinal de ECG
Vetor Mais Significativo	Dados do sinal de ECG
Data de Criação	Data de criação do pacote na nuvem
Data de Atualização	Última atualização dos dados

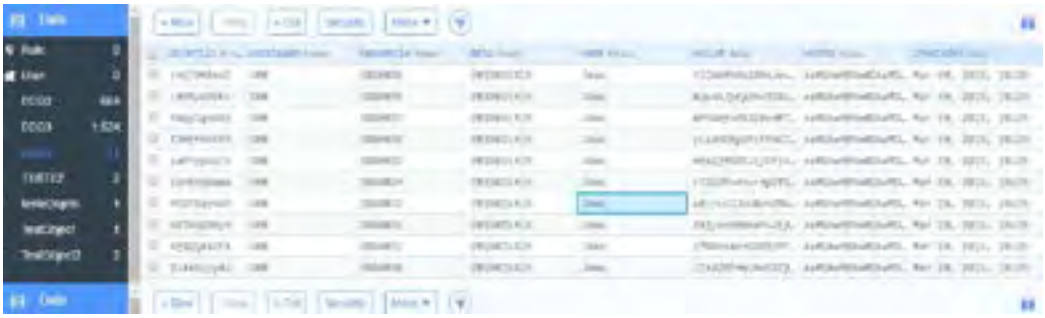

Figura 8: Tela visualizada ao acessar o servidor Parse.

Resultados

Para os testes foi utilizado um gerador de sinal de ECG, conforme apresentado pela Figura 3. Depois de condicionado e filtrado, o sinal presente na entrada do conversor A/D está mostrado à esquerda da Figura 9. Quando colocados lado a lado, pode-se visualizar na Figura 9 o sinal original na tela do osciloscópio, o *tablet* executando o App1-paciente e o *smartphone* executando o App2-médico (aplicativo remoto). Ambos os aplicativos App1 e App2 estavam conectados via WiFi no mesmo *access point* do laboratório. Contudo, os sinais eram transmitidos para um servidor remoto da Parse e retornavam ao *smartphone* que rodava o App2. A quantidade de erros de *frames* transmitidos, apesar de em grande número, puderam ser detectados e corrigidos.

Figura 9: Tela do osciloscópio com o sinal amostrado,
tablet executando o App1-paciente e apresentando o sinal de ECG na tela,
e *smartphone* executando o App2-médico e apresentando o sinal de ECG na tela.

Conclusões

Verificou-se o funcionamento do sistema de acordo com o que havia sido proposto no início deste trabalho. O sinal do ECG foi filtrado, condicionado e amostrado para então ser transmitido via Bluetooth ao App1-paciente, executado a partir de um *tablet* Samsung P7500 de 10 polegadas de tela, com Android 3.2, e resolução de 1280 x 800 pixels. O protocolo de comunicação Bluetooth proposto no trabalho mostrou-se simples e eficiente para a aplicação de transmissão de sinais fisiológicos em tempo real. O protocolo pode ser alterado para incluir mais canais de sinal de ECG ou incluir outros sinais fisiológicos. O App1-paciente transmitiu via WiFi ao servidor da Parse. O App2-médico foi executado a partir de um *smartphone* AN400, com Android 4.2.2, tela 4 polegadas com resolução de 800 x 480.

Referências

[1] Da Silva, FAB. Big Data e Nuvens Computacionais: Aplicações em Saúde Pública e Genômica. 2016. J. Health Informatics, 8(2):73-79.
[2] Lopes, JE, Heimann, C. Uso das tecnologias da informação e comunicação nas ações médicas a distância: um caminho promissor a ser investido na saúde pública. 2016. J. Health Informatics; 8(1):26-30.
[3] Arrais, RF, Crotti, PLR. Revisão: aplicativos para dispositivos móveis ("Apps") na automonitorização em pacientes diabéticos. 2015. J. Health Informatics; 7(4):127-133.
[4] Bonho, S, Kolm, D, Baggio, JFR, Moraes, R. Microprocessor-Based System to ECG Monitoring Through Internet. 2006. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Volume 14, IFMBE Proceedings, pp 4008-4011.
[5] Kobayashi, H, Tatsukami, Y. A real-time EMG/ECG monitoring system over the internet. 2012 IEEE RO-MAN: The 21st IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication.
[6] Hassanalieragh, M, Page, A, Soyata, T, Sharma, G, Aktas, M, Mateos, G, *et al.* S. Health Monitoring and Management Using Internet-of-Things (IoT) Sensing with Cloud-Based Processing: Opportunities and Challenges. 2015 Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Services Computing.
[7] Babu, S., Chandini, M., Lavanya, P., Ganapathy, K. Cloud-enabled remote health monitoring system. 2013. International Conference on Recent Trends in Information Technology (ICRTIT), 2013, pp. 702–707.
[8] Rolim, C., Koch, F.,. Westphall, C., Werner, J., Fracalossi, A., Salvador, G. A cloud computing solution for patient's data collection in health care institutions. Second International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine, ETELEMED '10., Feb 2010, pp. 95–99.

Contato

Francisco Müller Machado
fmachadomm@gmail.com
www.daeln.ct.utfpr.edu.br
UTFPR_DAELN_CT
Av. Sete de Setembro, 3165
Curitiba – PR
80230-901