

Estabelecimento de Serviço de Tele-Eletrocardiografia Digital no sul do Brasil

Establishment of a Digital Tele-ECG System in southern Brazil

ADOLFO L. F. SPARENBERG*
THAIS RUSSOMANO**
DARIO F. G. DE AZEVEDO***
ELEONORA R. SOARES****
TATIANE R. SCHAUN****

RESUMO

Introdução: A deficiência de médicos em áreas remotas dificulta o diagnóstico e o manejo de doenças. O Tele-ECG Digital (SED) foi estabelecido objetivando a disponibilização de laudos de eletrocardiogramas através de dois protocolos: o primeiro com transmissão em 'tempo real', destinado ao atendimento emergências cardiológicas; e o segundo, com utilização da Internet, para os casos de avaliação cardiológica não emergencial.

Método: O SED foi implantado em dois hospitais da cidade de São Lourenço do Sul - um localizado na zona rural e outro no centro da cidade, e em um posto de saúde da cidade de Turucu, ambas no RS. O SED inclui um aparelho digital de ECG, um software de telecomunicação, computadores, uma conexão de modem, linha fixa de telefonia e um telefone celular remoto.

Resultados: A amostra coletada por 1 ano envolveu as três instituições participantes. No total, foram

ABSTRACT

Introduction: A lack of medical specialists in remote areas can delay the diagnosis and the management of diseases. A pioneer Tele-ECG Digital System, DES, was established in Brazil to overcome this situation.

Method: DES allows electronic data transmission to and interpretation by a remote cardiologist. Hospitals in São Lourenço do Sul, and an outpatient unit in Turucu, both in RS state employed the DES, which includes a digital ECG machine, standard computers, a modem connection, internet facilities, telecommunication software and fixed or mobile phones.

Results: A total of 1063 tele-ECGs were performed in the three locations in 1 year: 622 via online and 441 via e-health. The transmission time was 8.1 min for the online and up to 24h and e-health tele-ECGs. The results showed that 71.2% (443 out of 622) of the online tele-ECGs presented important ECGs alterations, including 66 (14.9%) ECGs with acute signs of myocardial ischemia and 39 ECGs (8.8%) with S-T elevation myocardial infarction.

* Médico Cardiologista. Mestre em Engenharia Elétrica/Biomédica - PUCRS. Responsável pelo estabelecimento do Serviço de Tele-ECG digital em São Lourenço do Sul, RS.

** Professora PhD das Faculdades de Medicina e Ciências Aeronáuticas e do Mestrado em Engenharia Elétrica/Biomédica da PUCRS. Coordenadora do Laboratório de Microgravidade/IPCT-PUCRS.

*** Professor PhD da Faculdade de Engenharia e do Mestrado em Engenharia Elétrica/Biomédica da PUCRS. Diretor do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas da PUCRS.

**** Enfermeiras do Hospital Santa Casa de Misericórdia de São Lourenço do Sul, RS.

realizados 1063 Tele-ECGs, sendo 622 por transmissão em tempo real e 441 através da Internet. No protocolo em tempo real, o tempo médio de transmissão foi de 8.1 (DP \pm 1.7) minutos. Os resultados obtidos mostraram que 71.2% (443 de 622) dos ECGs transmitidos em tempo real foram considerados como patológicos, incluindo 66 (14.9%) de ECGs com sinais de alteração isquêmica aguda e 39 ECGs (8.8%) IAM com elevação do segmento S-T.

Conclusão: Em decorrência dos resultados descritos e de seu baixo custo, o Sistema de Tele-ECG Digital foi considerado como de grande utilidade para as Instituições de Saúde, beneficiando pequenas cidades, comunidades remotas e áreas rurais do Brasil.

UNITERMOS: TELEMEDICINA; ELETROCARDIOGRAFIA; CARDIOPATIAS/diagnóstico; TELECOMUNICAÇÕES; INTERNET; EMERGÊNCIAS.

Conclusion: *The low cost of DES make it appropriate for small cities and rural areas of developing countries. DES has promoted a significant improvement in the acute management of patients in remote areas, with a consequent decrease in the morbidity and mortality rates from cardiovascular diseases.*

KEY WORDS: TELEMEDICINE; ELECTROCARDIOGRAPHY; HEART DISEASES/diagnosis; TELECOMMUNICATIONS; INTERNET; EMERGENCIES.

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares são responsáveis por elevados índices de morbi-mortalidade humana, ocupando o primeiro lugar como causa de mortalidade geral, ocasionando, na Europa, cerca de 40% de todas as mortes ocorridas antes dos 75 anos de idade⁽¹⁾.

A cardiopatia isquêmica é a maior causadora de graves eventos fatais. Nos EUA, 13 milhões de pessoas são portadoras de doença coronariana, onde ocorrem aproximadamente 1.680.000 casos de síndrome coronariana aguda e 500.000 casos de infarto agudo do miocárdio (IAM) com elevação do segmento S-T por ano⁽²⁾.

No Brasil, as enfermidades cardiovasculares são responsáveis por 33.9% do total de todas as mortes registradas, de acordo com dados da Organização Pan-americana da Saúde (OPS) referentes ao período 1990-1994⁽³⁾.

Um grande percentual de mortes decorrentes de ataques cardíacos ocorre nas primeiras duas horas após o início dos sintomas⁽⁴⁾. O sucesso do tratamento depende de que condutas apropriadas sejam adotadas de forma imediata. Em 1998, a *The European Society of Cardiology* e o *The European Resuscitation Council* estabeleceram uma força tarefa conjunta para formular protocolos multidisciplinares de orientação voltados ao manejo do IAM e de outras formas de ataque cardíaco⁽⁵⁾.

O método diagnóstico de maior utilidade na investigação de ataques cardíacos permanece sendo o Eletrocardiograma (ECG) de 12 deriva-

ções, executado com bom padrão técnico. Na vigência de um IAM, a combinação da avaliação médica associada à realização de um ECG permite uma acurácia diagnóstica de 90-95%^(6,7). Nos locais em que não há disponibilidade de se obter a interpretação rápida e qualificada de um ECG, deverá ser buscada a transmissão do exame através de aparelho de fax, telefone ou por outro método de transmissão eletrônica⁽⁵⁾. Documento conjunto, editado pela *American Heart Association* (AHA) e pelo *American College of Cardiology* (ACA) – edições 2000 e 2002 –, orienta que todos os pacientes suspeitos de estar sofrendo uma síndrome coronariana aguda devem ser colocados em ambiente que disponha de monitorização eletrocardiográfica contínua e de recurso para desfibrilação, e que seja obtido e interpretado um eletrocardiograma de 12 derivações dentro de até 10 minutos. Esta orientação para o manejo da fase aguda de uma suposta obstrução coronariana visa a reduzir o risco de complicações e de mortalidade, permitindo definir com rapidez a melhor estratégia terapêutica para o evento em curso⁽⁸⁾.

Nas últimas décadas, a grande evolução tecnológica permitiu o surgimento da Telemedicina, que pode ser definida como sendo o uso da informação eletrônica e dos meios de comunicação para fornecer cuidados de saúde quando a distância separa os participantes⁽⁹⁾. A razão principal do seu desenvolvimento é a de servir populações que, por várias razões, tem limitado acesso a serviços médicos diagnósticos ou terapêuticos de alta qualidade⁽¹⁰⁾. Sistemas de

transmissão de dados em alta velocidade, aliados com qualidade de compressão e recuperação de sinais, têm permitido, mais recentemente, a transmissão de exames médicos de diversas complexidades para obtenção de diagnósticos remotos^(11,12).

A utilização de Telemedicina apresenta duas modalidades estruturais, definidas como tempo real (*real-time*) ou baseada em Internet (*store-and-forward*)⁽¹⁰⁾.

Na área da Cardiologia, diversos projetos de Telemedicina têm sido testados, com aplicações que vão desde a simples transmissão de dados clínicos para avaliação especializada – “segunda opinião” –, até a tele-monitoração de sinais cardiológicos em terra, mar e em medicina de aviação (inclusive em remoção aeromédica de pacientes)^(13,14).

Na Cardiologia de urgência e emergência, têm ocorrido enormes avanços com a transmissão em tempo real eletrocardiogramas (ECGs) e ecocardiogramas, o que traz inequívocas contribuições para o estabelecimento de diagnósticos rápidos nos casos de maior gravidade, especialmente quando utilizados em áreas remotas^(15,16).

Decorreram 100 anos desde a introdução clínica da eletrocardiografia, graças aos estudos realizados do cientista holandês Einthoven (Figura 1). Em 1905, Einthoven estabeleceu o primeiro sistema de transmissão de eletrocardiogramas, via cabo telefônico, interligando o Hospital de Leiden, na Holanda, com o seu laboratório de pesquisas, distantes cerca de 1.5 km, recebendo a denominação de “telecardiograma”. Esta foi a primeira aplicação descrita de telemedicina na área da eletrocardiografia. A digitalização do sinal eletrocardiográfico trouxe a possibilidade de utilização dos recursos de informática integrados a este exame, permitindo a gravação, arquivamento e recuperação dos dados eletrocardiográficos, bem como abriu a possibilidade de transmissão do traçado para análise remota em tempo real⁽¹⁷⁾.

Trabalhos desenvolvidos com telediagnóstico eletrocardiográfico em comunidades remotas e em áreas rurais têm demonstrado significativa redução do tempo gasto para o diagnóstico eletrocardiográfico de urgências cardiológicas⁽¹⁸⁾ utilização de tele-eletrocardiografia é capaz de aprimorar o manejo dos pacientes, auxiliando na tomada de decisão quanto à remoção de pacientes de hospitais comunitários para centros médicos avançados⁽¹⁰⁾.

O objetivo deste projeto foi o de promover estudo de viabilidade e validação de Técnica de Telemedicina, voltado à área de diagnóstico cardiológico, através de tele-eletrocardiografia digital, aplicável a pequenas cidades e comunidades remotas, incluindo áreas do Brasil rural.

O objetivo deste projeto foi o de promover estudo de viabilidade e validação de Técnica de Telemedicina, voltado à área de diagnóstico cardiológico, através de tele-eletrocardiografia digital, aplicável a pequenas cidades e comunidades remotas, incluindo áreas do Brasil rural.

MATERIAIS E MÉTODO

O sistema de telediagnóstico eletrocardiográfico digital foi instalado nas salas de urgência dos 2 hospitais de São Lourenço do Sul (1 Urbano e 1 Rural) e em uma sala de atendimento ambulatorial do posto de saúde de Turuçu.

Os equipamentos utilizados na execução do projeto foram: aparelho de ECG digital com o respectivo software em CD para aquisição, arquivamento e recuperação dos dados; um computador desktop com padrão mínimo Pentium 100 MHz e sistema operacional Windows 95 ou >; Modem 56 K, com unidade para reprodução e gravação de CD; assinatura local de acesso Internet por linha discada disponível para a unidade de saúde e para o cardiologista; uma impressora colorida; um programa computacional de gerenciamento remoto, instalado em todos os computadores envolvidos no método; uma linha de telefonia fixa, convencional, sem ramais; um telefone celular, padrão TDMA, habilitado para transmissão de dados (9600 bit/s), para uso do cardiologista remoto e para instalação no Hospital Rural acompanhados dos respectivos cabos de conexão serial; antena direcional, 900 MHz, ganho de 17 dB, para amplificação do sinal de telefonia celular, instalada na cobertura do Hospital Rural.

O programa de gerenciamento remoto permite estabelecer uma conexão à distância entre os dois computadores. Desta forma, é possível trabalhar com arquivos ou programas que estão

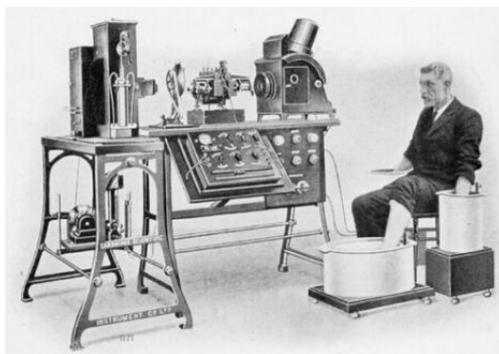


Figura 1 – Experimento com galvanômetro de corda por Einthoven em 1901 (Burché GE, DePasquale N. The development of the electrocardiograph. In: A History of Electrocardiography. Chicago: Year Book Medical, 1964:20-55).

localizados em aparelhos distantes, mediante a utilização de uma operação de conexão remota, onde os computadores do hospital e do cardiologista são configurados como “Hospedeiro” e “Remoto”, respectivamente. Modems são utilizados como dispositivo padrão para a conexão remota.

O estabelecimento de sistemas de telemedicina sempre determina a necessidade de adoção de algumas medidas de segurança e de controle de acesso remoto e uma das principais preocupações é a definição do nível de segurança a ser estabelecido. Ao teletransmitir-se em tempo real é preciso garantir a segurança dos computadores “Hospedeiro” e “Remoto” quanto a acessos não autorizados.

Nas Instituições envolvidas, os arquivos de eletrocardiografia e os prontuários clínicos existentes são tradicionalmente disponibilizados de forma irrestrita para uso médico em consulta local, acesso que também foi garantido para o método digital. A utilização de senhas de identificação foi estabelecida para o controle de acesso remoto de usuários.

Além dos cuidados técnicos de segurança referentes ao uso do programa de gerenciamento remoto, que inclui autenticação de usuário remoto com aplicação de senha de acesso, disponibilidade de criptografia e proteção das configurações estabelecidas por senhas, também foram adotadas outras medidas operacionais destinadas a aumentar a segurança e a privacidade dos dados transmitidos e arquivados, incluindo: conexão direta ponto a ponto entre os computadores envolvidos; utilização de modem como dispositivo exclusivo de conexão para sessões remotas; uso de computadores não interligados em redes computacionais; participação exclusiva de um cardiologista remoto para as três Instituições participantes, tendo sido configurada, por ele mesmo, uma senha de acesso diferente para cada computador “Hospedeiro”.

A Comissão de Ética e a Direção Clínica de cada uma das Instituições participantes aprovaram a realização deste projeto de pesquisa.

Protocolo de gravação de eletrocardiograma digital

A rotina de gravação de ECG de 12 derivações, incluindo a transmissão por metodologia em tempo real ou por correio eletrônico através da Internet, respeita as seguintes etapas: posicionamento do paciente na mesa e preparo do

exame; em urgência ou emergência, avisar médico para análise em tempo real; ligar computador, impressora e aparelho de ECG digital, com ativação automática do programa de gerenciamento remoto; clicar ícone “ECG Digital” no monitor, iniciando o programa de aquisição do ECG; observar a qualidade da imagem do sinal de ECG no monitor do computador, e efetuar de 1 a 5 registros eletrocardiográficos; preencher os dados clínicos relevantes (Figura 2).

Em exames de rotina, o procedimento encerra-se logo após ordenar o salvamento do exame no arquivo do próprio ECG, podendo então ser retirados os eletrodos que estavam fixados no paciente. Nos exames de urgência ou emergência, logo após o preenchimento dos dados clínicos, a equipe de enfermagem aguarda a análise remota em tempo real, realizada pelo cardiologista responsável através do programa de gerenciamento remoto (Figura 3). Neste caso, o procedimento é encerrado com a ordem de impressão e de salvamento emitida pelo cardiologista remoto. Logo após, são retirados os eletrodos do paciente. Poderá ainda haver uso da ferramenta de comunicação – “Chat” – do programa de gerenciamento remoto, conforme seja solicitado pelo médico assistente do paciente ou pelo cardiologista remoto.



Figura 2 – Paciente realizando ECG Digital no Hospital Santa Casa, São Lourenço do Sul, RS.



Figura 3 – Cardiologista remoto e a interpretação do ECG digital enviado.

RESULTADOS

Durante o período de 1 ano, compreendido entre 17 de novembro de 2003 e 16 de novembro de 2004, foram coletados prospectivamente os dados de 622 Tele-ECGs realizados por metodologia em tempo real (*on-line*) e de 441 Tele-ECGs que utilizaram o protocolo de envio e análise via Internet, tendo sido computados os dados dos três estabelecimentos de saúde envolvidos no projeto, totalizando 1063 exames na amostra realizada.

A Tabela 1 resume os resultados da distribuição dos Tele-ECGs realizados nas três localidades envolvidas no projeto. Na Santa Casa de São Lourenço do Sul, foram realizados 619 Tele-ECGs, sendo 604 (97,58%) por metodologia em tempo real e 15 (2,42%) pela Internet. No Hospital Rural Dr. Walter Thofehrn, a amostra total foi de 202 Tele-ECGs, sendo 12 exames (5,94%) por metodologia em tempo real, e 190 exames (94,06%) por Internet. No Posto de Saúde Central do Município de Turuçu, o total amostrado foi de 242 Tele-ECGs, sendo 6 exames (2,48%) com transmissão em tempo real e 236 exames (97,52%) com utilização de transmissão via Internet.

TABELA 1 - Distribuição de tele-ECGs digitais via on-line e via correio eletrônico nas três instituições.

Instituição de Saúde	ECG tempo real	ECG Internet	Total por Instituição
SLS - Santa Casa	604 (97,58%)	15 (2,42%)	619 (100%)
SLS - Hospital Rural	12 (5,94%)	190 (94,06%)	202 (100%)
Turuçu - Posto Saúde	6 (2,48%)	236 (97,52%)	242 (100%)
Total por protocolo	622	441	1063

Dados coletados em protocolo de tempo real (urgências)

Local dos exames - Instituições

Dos 622 Tele-ECGs de urgência, realizados por protocolo em tempo real, 604 exames foram gravados na Santa Casa de São Lourenço do Sul, correspondendo a 97,11% do total de Tele-ECGs on-line realizados nas 3 Instituições de Saúde. No Hospital Rural, foram gravados e enviados em tempo real 12 Tele-ECGs, equivalente a 1,93% do total. No Posto de Saúde Central de Turuçu, foram realizados 6 Tele-ECGs em tempo real,

correspondendo a 0,96% do total da amostra coletada.

Sexo e Idade

Do total de 622 exames analisados por protocolo em tempo-real, foram registrados 332 ECGs em pacientes do sexo feminino e 290 em pacientes do sexo masculino, correspondendo a 53,38% e 46,62% da amostra, respectivamente.

A média de idade de todos os pacientes amostrados em tempo real foi de 58,63 anos. A idade mínima encontrada foi de 03 meses e a máxima foi de 96 anos. Na Santa Casa, em 604 exames a média etária foi de 58,73 anos. No Hospital Rural, a média de idade foi de 61 anos. Dos 6 ECGs realizados em tempo real no Posto de Saúde de Turuçu, a média etária foi de 42,83 anos.

Diagnóstico Eletrocardiográfico

Em relação ao diagnóstico eletrocardiográfico, dos 622 exames em tempo real registrados em 1 ano, 179 (28,78%) foram considerados normais, enquanto 443 (71,22%) mostraram evidência de diagnóstico eletrocardiográfico patológico.

Dentre os casos amostrados com evidência de anormalidades (Tabela 2), com total de 443 exames patológicos, foram diagnosticados 66 casos de isquemia subepicárdica (14,90%), 39 casos de IAM com elevação do segmento S-T (8,8%), 65 casos de taquiarritmias supraventriculares (14,67%), 10 casos de bloqueio atrioventricular (2,26%), 16 casos de bloqueio completo de ramo esquerdo (3,61%), 18 casos de bloqueio completo de ramo direito (4,06%), 1 caso de taquicardia ventricular sustentada (0,23%) e 228 casos de outros diagnósticos eletrocardiográficos (51,47%).

TABELA 2 - Tele-ECGs digitais via on-line: Diagnósticos Eletrocardiográficos Patológicos

Diagnóstico Tele-ECG Digital	Número de ECGs Patológicos	Porcentagem de ECGs Patológicos
Isquemia subepicárdica	66	14,90
Infarto agudo do miocárdio (elevação S-T)	39	8,80
Taquiarritmia supraventricular, Flúter, Fibrilação atrial	65	14,67
Bloqueio A-V (I, II, III)	10	2,26
Bloqueio de ramo esquerdo	16	3,61
Bloqueio de ramo direito	18	4,06
Taquicardia ventricular sustentada	1	0,23
Outros diagnósticos	228	51,47
Total patológicos	443	100%

Tempo de conexão

Para a interpretação dos exames em tempo real, incluindo as 3 unidades de saúde envolvidas, durante o período total de 1 ano de amostragem, foram gastos 5059 min em tempo de conexão por modem, estabelecendo uma média final de 8,13 minutos (DP $\pm 1,7$) por ECG analisado. O tempo mínimo foi de 3 min (Santa Casa de São Lourenço do Sul) e o tempo máximo foi de 18 min (Posto de Saúde de Turuçu).

Dados coletados em protocolo via Internet (exames de rotina)

No período amostrado, foram realizados 441 eletrocardiogramas em caráter não emergencial, com transmissão dos exames através de correio eletrônico via Internet. Estes exames foram sistematicamente analisados e reenviados para a instituição de saúde de origem no turno da noite do mesmo dia em que haviam sido remetidos, tendo o procedimento de análise e reenvio ocorrido no horário compreendido entre 18 e 24 h.

Para o uso deste protocolo, foi utilizada conexão de Internet por linha discada, por ser a única opção disponível nas três localidades participantes. Os arquivos de ECGs digitais foram transmitidos via Internet, como correio eletrônico, com tamanho entre 51 kB (1 registro) e 255 kB (5 registros), já incluído o arquivo de configuração de 1 kB.

Para o envio, os exames foram anexados individualmente com identificação do nome da unidade de saúde e do paciente. Após a interpretação médica, foram remetidos através do mesmo procedimento de teletransmissão e identificação, acrescidos da palavra "Laudo".

Utilizando a transmissão via Internet, foram realizados 441 Tele-ECGs: 15 exames (3.4%) na Santa Casa, 190 (43.09%) no Hospital Rural e 236 (53.51%) no Posto de Saúde de Turuçu.

Na Santa Casa de São Lourenço do Sul, foram realizados 15 ECGs por transmissão Internet, correspondendo a 2.42% dos 619 exames digitais feitos naquela Instituição. No Hospital Rural, do total de 202 ECGs teletransmitidos, 190 exames (94.06%) foram enviados por correio eletrônico. No Posto de Saúde de Turuçu, foram realizados 236 ECGs via Internet, equivalente a 97.52% do total de 242 exames locais.

DISCUSSÃO

No início do século 20, o médico e pesquisador Holandês Willem Einthoven foi pioneiro na

utilização da eletrocardiografia e, em 1905, ele foi, também, protagonista do primeiro experimento com teletransmissão de eletrocardiogramas, ao utilizar cabo telefônico para enviar ECGs do Hospital de Leiden para seu Instituto de pesquisas, em percurso de cerca de 1.5 km. Estes fatos históricos fizeram-no merecedor do Prêmio Nobel de Medicina em 1924⁽¹⁷⁾.

Desde então, através de várias décadas, projetos institucionais isolados vêm lentamente sendo testados em diversas regiões do mundo, dirigidos à teletransmissão de dados clínicos e de exames médicos.

Mais recentemente, a partir dos anos 90, o número e a qualidade de novas aplicações de telemedicina vêm aumentando e sendo aprimoradas de forma dramática, embasadas em significativa quantidade de evidências científicas⁽¹⁹⁾. A telemedicina começou a alterar o padrão de ofertas de cuidados de saúde em várias áreas⁽²⁰⁾.

Na cardiologia, o fator tempo ocupa posição de destaque. Pelo menos cerca de 50% da mortalidade total dos pacientes vítimas de eventos cardiológicos súbitos ocorre nas primeiras 2 h de instalação do quadro clínico, antes mesmo que eles possam receber o atendimento médico inicial^(5,21).

Com o propósito de avaliar a versatilidade e o potencial do método, foram escolhidas Instituições de Saúde com características operacionais distintas, incluindo 1 Hospital Urbano, 1 Hospital Rural e 1 Posto Municipal de Saúde.

Ao longo de um ano, correspondente ao período de amostragem deste trabalho, foram transmitidos o total de 622 Tele-ECGs por metodologia em tempo real e 441, por correio eletrônico via Internet.

A maioria dos casos enviados em tempo real, 604 ECGs (97.11% do total *on-line*), foi realizada na Santa Casa de São Lourenço do Sul, que é o principal centro médico de referência regional, concentrando a maioria dos atendimentos de urgência e emergência.

Por outro lado, o Hospital Rural e o Posto de Saúde de Turuçu realizaram cerca de 95% de seus exames com transmissão via correio eletrônico (94.06% Hospital Rural e 97.52% Posto de Saúde). O predomínio de exames não emergenciais nestes 2 locais está relacionado aos propósitos e às características funcionais dos mesmos, prestando serviços médicos de natureza ambulatorial e não-emergencial.

A transmissão em "tempo real" (622 ECGs), através de conexão por modem ponto a ponto,

destinou-se ao atendimento potencial de urgências e emergências cardiológicas e evidenciou 71% de ECGs com diagnóstico patológico (442 exames), incluindo 23.7% destes com alterações isquêmicas agudas (105 exames). A possibilidade de identificação precoce de eventos cardiológicos agudos tem sido enfatizada por inúmeras autoridades e instituições médicas de renome^(5,22).

Com a utilização do tele-ECG digital, o tempo médio de teletransmissão e de análise remota *on-line* totalizou 8.13 min (DP \pm 1,7), estabelecendo uma grande redução de tempo em comparação com a rotina prévia baseada em exames analógicos, com interpretação médica em cerca de 24 h. O tempo médio registrado neste projeto com transmissão em tempo real enquadra-se dentro dos objetivos definidos pelas diretrizes do AHA/ACC do ano 2002, que preconizam até 10 min para interpretação de ECGs feitos em atendimento de urgências cardiológicas⁽⁸⁾.

A combinação destes dados, envolvendo a redução do tempo de análise e o elevado percentual de laudos com diagnósticos patológicos, permite estimar um benefício potencial do método para o tratamento dos pacientes atendidos em urgência nas Instituições participantes. Para cumprir este objetivo, Tsagaris e Pappavassiliou^(23,24) destacaram que a telecardiologia ocupa um papel de destaque dentro das aplicações de telemedicina, especialmente considerando-se a alta prevalência e a gravidade das doenças cardíacas.

O papel da telecardiologia tem sido principalmente o de transmitir informações de caráter diagnóstico, como ECGs ou arquivos médicos. Hoje, a transmissão telefônica de ECGs já está padronizada, inclusive com transmissão de exames realizados no interior de ambulâncias, através de telefonia celular⁽²⁴⁾. Mais recentemente, a teleeletrocardiografia, associada a protocolos de consultoria cardiológica, tem servido para orientar e monitorar a aplicação terapêutica de urgência em localidades remotas⁽²⁰⁾.

A transmissão de ECGs Digitais, como correio eletrônico através da Internet, mostrou-se uma ferramenta valiosa para a análise de exames não emergenciais, tendo sido adotado como rotina nas 2 instituições onde predominou o atendimento ambulatorial. A corriqueira utilização da Internet nos dias atuais, aliada à prévia disponibilidade deste recurso por linha discada evitou gastos significativos ao implantar este sistema. Por fim, a rotina diária de envio sistemático dos ECGs no final do expediente, com inter-

pretação dos mesmos em período de até 24 h mostrou-se adequada para as necessidades de serviços não-emergenciais.

A escolha de utilização de um aparelho de eletrocardiograma digital de fabricação nacional contribuiu para o sucesso do estabelecimento do Sistema de Tele-ECG Digital, à medida que facilitou o treinamento das equipes, tendo envolvido a participação do técnico local em informática, e disponibilizado a assistência técnica autorizada de cidades próximas.

O procedimento de gerenciamento computacional remoto permitiu o estabelecimento da metodologia de análise eletrocardiográfica em tempo real, necessária ao atendimento de situações de urgência ou emergência cardiológicas. A ferramenta de conexão remota escolhida foi considerada de preço acessível e demonstrou arquitetura operacional de manuseio simples, baseada na plataforma Windows®, com versão editada em português, estando comercialmente disponível no Brasil. Além disso, ofereceu recursos para segurança e proteção dos dados transmitidos.

O estabelecimento do tele-ECG Digital, baseado em utilização tanto de telefonia fixa como celular, garantiu a continuidade do serviço *on-line* em caráter operacional 24 h por dia. Além disso, conferiu versatilidade e grande mobilidade ao cardiologista remoto, tendo facilitado o estabelecimento da conexão em tempo real mesmo em ocasiões de deslocamento do médico por razões de viagem. Foi através do uso de telefonia celular, padrão TDMA, com amplificação do sinal na zona rural, que foi possível estabelecer o protocolo com teletransmissão em tempo real para o Hospital Rural, fazendo a conexão ponto-a-ponto entre dois aparelhos celulares.

Considerações dirigidas aos aspectos humanos evidenciaram um grau elevado de satisfação das equipes para com o sistema utilizado, trazendo segurança tanto para o corpo médico como para o grupo de enfermagem das Instituições, especialmente em relação à rapidez dos resultados obtidos. Na fase inicial, o manejo computacional representou a maior dificuldade, principalmente entre os membros das equipes que não possuíam nenhuma experiência prévia com informática.

Para o estabelecimento do sistema, as principais dificuldades encontradas foram relacionadas aos aspectos técnicos e organizacionais, à medida que as regiões escolhidas para o projeto eram desprovidas de quaisquer experiências pré-

vias com telemedicina. O desafio envolveu desde a escolha dos equipamentos, realização de testes operacionais, passando pelo treinamento das equipes e, sobretudo, pela busca de credibilidade dos órgãos administrativos da saúde e obtenção de confiança do corpo clínico.

O custo total para aquisição e instalação do equipamento do projeto foi de, aproximadamente, R\$ 16.000,00. Levando-se em conta o benefício potencial do método e a conseqüente otimização de gastos resultantes de sua aplicação, estes valores foram considerados como de pequena monta, embora este projeto não tenha realizado cálculos voltados à análise de relação custo-benefício.

CONCLUSÃO

A análise dos dados adquiridos durante um ano de amostragem do método de tele-ECG digital, permitiu emitir as seguintes considerações finais:

A teletransmissão de ECGs digitais permitiu obter importante redução no tempo para análise dos exames, contemplando este quesito tanto para ECGs de urgência (tempo real) como para exames de rotina (correio eletrônico), inferindo-se um impacto positivo na identificação e no manejo de doenças cardiovasculares. O sistema foi capaz de operar satisfatoriamente em diferentes instituições de saúde, abrangendo Hospitais localizados em comunidades urbanas e em áreas rurais, bem como em Posto de Saúde. O custo de estabelecimento do método está ao alcance da capacidade financeira de comunidades e instituições de pequeno porte. A utilização de metodologia de telediagnóstico eletrocardiográfico estabelecida com arquitetura operacional simples facilitou o ensino e o manuseio rotineiro do sistema, ampliando a aceitação institucional do mesmo. Os sistemas de teletransmissão estabelecidos com telefonia fixa e celular, comercialmente disponíveis e com cobertura a nível regional, permitiram ampliar a possibilidade de utilização do sistema para o meio rural e conferiram maior mobilidade ao cardiologista remoto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sans S, Kesteloot H, Kromhout D. The burden of cardiovascular mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. *Eur Heart J*. 1997;18:1231-48.
2. Antman EM, Anbe DT, Armstrong PW, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction - executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of patients with acute myocardial infarction). *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:671-719.
3. Organización Panamericana de la Salud. Perfil de salud de país: Brasil indicadores demográficos. [capturado 2005 nov 11]:[27 telas] Disponível em: <http://www.paho.org/spanish/sha/prflbra.htm>
4. Cummins RO, Ornato JP, Thies WH, et al. Improving survival from sudden cardiac arrest: the "chain of survival" concept: a statement for health professionals from the Advanced Cardiac Life Support Subcommittee and the Emergency Cardiac Care Committee, American Heart Association. *Circulation*. 1991;83:1832-47.
5. Task Force Report. The pre-hospital management of acute heart attacks. Recommendations of a Task Force of the European Society of Cardiology and The European Resuscitation Council. *Eur Heart J*. 1998;19:1140-64.
6. The European Myocardial Infarction Project Group. Prehospital thrombolytic therapy in patients with suspected acute myocardial infarction. *N Engl J Med*. 1993;329:383-9.
7. Grijseels EWM, Deckers JW, Hoes AW, et al. Implementation of a pre-hospital decision rule in general practice. Triage of patients with suspected myocardial infarction. *Eur Heart J*. 1996;17:89-95.
8. American College of Cardiology, American Heart Association. ACC/AHA 2002 guideline update for the management of patients with unstable angina and non-ST-segment elevation myocardial infarction. [capturado 2005 nov 11]:[93 p.] Disponível em: www.acc.org/clinical/guidelines/unstable/incorporated/UA_incorporated.pdf.
9. Field MJ, editor. Telemedicine: a guide to assessing telecommunications for health care. Washington, DC: National Academy Press; 1996.
10. Nissen SE, Abdulla AM, Khanderia BK, Kienzle MG, Zaher CA. Working group 6: the role of technology to enhance clinical and educational efficiency. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:256-60.
11. Lin JC. Applying telecommunication technology to healthcare delivery. *IEEE Eng Med Biol Mag*. 1999;18:28-31.
12. Wooton R. Recent advances: telemedicine. *BMJ*. 2001;323:557-60.
13. Gendreau MA, DeJohn C. Responding to medical events during commercial airline flights. *N Engl J Med*. 2002;346:1067-73.
14. Dowdall N. "Is there a doctor on the aircraft?" Top 10 in-flight medical emergencies. *BMJ*. 2000;321:1336-7.
15. Wright D. Telemedicine and developing countries. A report of study group 2 of the ITU Development Sector. *J Telemedicine Telecare*. 1998;4 suppl 2:1-85.
16. Kereiakes D, Gibler W, Martin L. Relative importance of emergency medical system transport and the prehospital electrocardiogram on reducing hospital time delay to therapy for acute myocardial infarction: a preliminary report from the Cincinnati Heart Project. *Am Heart J*. 1992;123:835-40.

17. Burche GE, DePasquale N. The development of the electrocardiograph. In: A history of electrocardiography. Chicago: Year Book Medical; 1964. p.20-55.
18. Sparenberg ALF, Azevedo DFG, Russomano T. Transmission of digital electrocardiogram (ECG) via modem connection in Southern Brazil. In: 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society; 2004 Sept 1-5; San Francisco, CA, USA. [capturado 2005 nov 17]:[18 telas]. Disponível em: <http://www.ipct.pucrs.br/microg/papers/paper04cport.html>
19. Bates DW, Gawande AA. Improving safety with information technology. *N Engl J Med.* 2003;348: 2526-34.
20. Mavrogeni SI, Tsirintani M, Kleanthous C, et al. Supervision of thrombolysis of acute myocardial infarction using telemedicine. *J Telemed Telecare.* 2000; 6:54-8.
21. Kleiman NS, White HD, Ohman EM, et al. Mortality within 24 hours of thrombolysis for myocardial infarction. The importance of early reperfusion. The GUSTO Investigators, Global Utilization of Streptokinase and Tissue Plasminogen Activator for Occluded Coronary Arteries. *Circulation.* 1994;90:2658-65.
22. Widimsky P. The Prague 2 study. In: ESC Congress 2002. Summary Congress; 2002 Aug 31-Sept 4; Berlin, Germany. [capturado 2005 nov 17] Disponível em: http://services.escardio.org/_to%20be%20deleted/congress/Berlin02/Hotlines/Berlin_hotlines.htm
23. Tsagaris MJ, Papavassiliou MV. The contribution of telemedicine to cardiology. *J Telemed Telecare.* 1997; 3 suppl 1:63-4.
24. Giovas P, Papadoyannis D. Transmission of electrocardiograms from a moving ambulance. *J Telemed Telecare.* 1998;4 suppl 1:5-7.

Endereço para correspondência:

THAIS RUSSOMANO
Laboratório de Microgravidade, IPCT-PUCRS
Av Ipiranga 6681, Prédio 30 sala 306
CEP 90619-900, Porto Alegre, RS, Brasil
Fone: (51)3320-3565 ramal 4402 - Fax: 3320-3904
E-mail: adolfosparenberg@hotmail.com