

# Remote hearing aid fitting: Tele-audiology in the context of Brazilian Public Policy

## Adaptação à distância de próteses auditivas acústicas: A teleaudiologia aplicada na melhoria da condução das Políticas Públicas no Brasil

Silvio Pires Penteadó<sup>1</sup>, Sueli de Lima Ramos<sup>2</sup>, Linamara Rizzo Battistella<sup>3</sup>, Silvio Antonio Monteiro Marone<sup>4</sup>, Ricardo Ferreira Bento<sup>5</sup>.

1) Doutor em Ciências. Pesquisador em tempo integral Fundação Otorrinolaringologia.

2) Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo. Diretora Clínica do Instituto Sul Mineiro de Otorrinolaringologia.

3) Departamento de Medicina Legal, Ética Médica e Medicina Social e do Trabalho da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

4) Professor Assistente Doutor da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

5) Professor Titular do Departamento de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Instituição: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.  
São Paulo / SP – Brasil.

Endereço para correspondência: Ricardo Ferreira Bento - Avenida Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 255 - 6º Andar - Sala 6167 - São Paulo / SP - Brasil - E-mail: rbento@gmail.com  
Artigo recebido em 4 de março de 2012. Artigo aprovado em 8 de maio de 2012.

### RESUMO

**Introdução:** O governo brasileiro atualmente credencia cerca de 140 centros especializados para adaptações de aparelhos de amplificação sonora individual via SUS. Adaptações à distância através da internet podem permitir maior eficiência na prestação deste serviço e com maiores chances de aceitação por parte do paciente do SUS.

**Objetivos:** Descrever o caso de adaptação à distância realizado entre duas cidades, com revisão da literatura.

**Método:** Equipamentos de informática e de tecnologia da informação, programador universal, aparelhos de amplificação sonora individual.

**Estudo de Caso:** Uma fonoaudióloga lotada num centro especializado introduziu a um centro remoto (distância de 200 km) um novo aparelho de amplificação sonora individual e seu programa de adaptação. O centro remoto assistiu a adaptação de dois pacientes em sua clínica, realizando voluntariamente a adaptação do terceiro paciente. Todo o procedimento foi realizado através da internet, contando com recursos de áudio e vídeo em todos os procedimentos.

**Resultados:** Três pacientes foram adaptados à distância. Três fonoaudiólogas receberam treinamento à distância de como adaptar aparelhos auditivos.

**Conclusão:** Foi possível adaptar AASI à distância, além de prover treinamento e habilitar um centro remoto na adaptação de um novo aparelho de amplificação sonora individual e de seu programa de adaptação. Tal procedimento pode ser útil ao governo na condução de políticas públicas da saúde auditiva.

**Palavras-chave:** políticas públicas, auxiliares de audição, telemedicina, internet, desenvolvimento tecnológico, engenharia biomédica.

### INTRODUÇÃO

SULLIVAN e LUGG *apud* MAHEU *et al.* (1) registram um dos pioneiros casos de Telemedicina ocorrido através de radiocomunicação na Antártica no início do século XX. Outro relato mais contemporâneo narra que após o lançamento do primeiro satélite intercontinental DeBAKEY executou uma cirurgia de troca de válvula da aorta no Methodist Hospital (Texas, EUA) sendo observado por seus colegas no Geneva University Medical Faculty (Geneva, Suíça) (2), em 1965. PUENTES *et al.* (3) afirmam que a disponibilidade da internet permitiu o rápido desenvolvimento de sítios para a educação especializada de pacientes, fóruns de discussão, publicações on-line e jornais especializados, que permitiram a disseminação da informação entre especialistas e não especialistas. CHORBEV e MIHAJLOV (4) narram que aplicações recentes em Telemedicina incorporam o uso de

satélites para conectar áreas de conhecimento em várias regiões do globo de modo rápido, confiável, seguro e com custo razoável para várias áreas da medicina.

Várias são as definições e propósitos de utilização da Telemedicina. O Departamento de Saúde e Serviços Humanos dos EUA (5) expressam a Telemedicina como “o uso de tecnologia de telecomunicações para o diagnóstico médico, monitoramento e propósitos terapêuticos quando a distância separa os usuários”. TOHME *et al.* (6) registram que a Telemedicina “deve fazer com que pacientes e profissionais da prática da medicina, ainda que localizados em regiões remotas, tenham a possibilidade de acesso primário ou de cuidados de especialistas com aumento na qualidade e com a minimização dos custos”. BELARDINELLI *et al.* (7) descrevem que a Telemedicina deve “aumentar o acesso das pessoas para um sistema de cuidados médicos de alta qualidade a preços razoáveis” e que “as tecnologias

da Telemedicina podem ter um importante papel para a troca de informações médicas em meio a diferentes departamentos e profissionais”. WOOTTON (8) descreve que a Telemedicina “é uma técnica que está em uso em países desenvolvidos, tal quais os EUA e Austrália, para trazer cuidados médicos a áreas remotas e rurais, as quais contam com poucos médicos e profissionais afins”.

Pelo prisma da engenharia muitas são as aplicações na Telemedicina como aquelas expressas em Cardiologia (9-11), Cirurgia (12-14), Dermatologia (15-17), Emergência (18-20), Fonoaudiologia (21-24), Ginecologia (26-27), Imunologia (28-29), Neurologia (30-32), Oftalmologia (33-36), Patologia (37-40), Psiquiatria (41-42), Radiologia (43-46), Otorrinolaringologia (47-49), entre outros.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) descreve a perda auditiva como uma epidemia, que em certos países pode alcançar uma incidência de 16% de portadores de perdas auditivas incapacitantes, ou seja, acima de 40 dB em adultos ou de 30 dB no caso de crianças (50). A OMS avalia que a melhor ação na condução de políticas da saúde auditiva relaciona-se com a atividade primária de prevenção (51-52). Todo portador de perda auditiva é um candidato ao uso de prótese auditiva acústica, um dispositivo eletrônico de amplificação seletiva cujo objetivo é minimizar os efeitos da privação auditiva quando não for possível ou indicado o tratamento medicamentoso, tampouco o procedimento cirúrgico (53). Uma prótese auditiva acústica, conhecida como aparelho de amplificação sonora individual (AASI) atende até as perdas auditivas classificadas como severas. Os implantes cocleares são indicados para os casos de disacusias profundas (54-55).

A OMS identifica que por conta de carência em infraestrutura os serviços de reabilitação auditiva em países em desenvolvimento são mais difíceis de serem gerenciados quando comparados com os países desenvolvidos (56). GOULIOS e PATUZZI (57) relataram em 2008 uma pesquisa que incorporou 78% da população mundial, no qual destacam que o Brasil conta com uma taxa de habitantes por fonoaudiólogo (6.971) superior que a dos EUA (19.603), Austrália (15.178), Suécia (12.055) e Israel (11.208), contudo, inferior a da taxa da Argentina (5.490). Este mesmo índice atinge marcas expressivas no México (258.643), Botsuana (297.500), Rússia (477.487), Índia (1.065.462), Tailândia (1.243.860), Líbia (2.775.500) e Paquistão (21.939.714). Apontam ainda o Brasil com uma taxa de habitantes por otolaringologista (29.745) superior as taxas de países como Costa Rica (55.640), Nicarágua (273.300), Indonésia (362.843) e Camboja (282.880). No entanto, inferior as taxas da Itália (12.761), Dinamarca (15.326), Suécia (16.681) e EUA (24.504). Em alguns países africanos as marcas são impressionantes, tal qual a Nigéria (2.066.817) e Madagascar (3.480.800).

KOKESH *et al.* (58) destacam que a Telemedicina teve um papel importante na Otolgia por permitir acesso mais eficiente nas consultas e em atendimentos pós-operatórios, p. ex. conduta na posição e troca do tubo de timpanotomia junto à população nativa espalhada por áreas remotas do Alaska. Esta população expressou benefícios adicionais por conta da comodidade de atendimento em localidades próximas de seus domicílios, diminuição nos custos de transporte, o que pode sinalizar para melhores índices de receptividade nos tratamentos.

KRUMM *et al.* (59) destacam os efeitos positivos de testes diagnósticos como o de produto distorção de emissão otoacústicas (EOPD), audiometria de tronco cerebral (BERA), emissão otoacústica espontânea (EOA) e audiometria (60) em populações rurais nos EUA. BLOOM (61) narra que uma equipe especializada na região de Honolulu em conjunto com clínicas satélites economizou cerca de U\$ 25 milhões quando comparados com os custos de atendimento especializado presencial. Em 2003 GIVENS *et al.*, (62) expressaram os resultados da avaliação da perda auditiva à distância realizada num teste duplo cego com 31 pacientes adultos validados em relação à audiologia presencial, registrando uma variação de limiares de 1,3 dB. No final de 2003 GIVENS e ELANGOVAN (63) repetiram os testes, no mesmo formato de duplo cego, com 45 pacientes, validados em relação à Audiologia presencial a registrar uma variação de 1,3 dB para a audiometria por condução óssea e 1,2 dB para a audiometria tonal.

RAMOS *et al.* (64) destacam o sucesso da Telemedicina na realização de adaptação de implantes cocleares em cinco indivíduos a concluir que a “programação é viável, segura, de interface simples e de custo/efetividade comprovada”. No XIX Congresso da International Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (IFOS) um trabalho do Institute of Physiology and Pathology of Hearing de Varsóvia relatou que 29 pacientes foram atendidos pela Telemedicina daquela equipe, concluindo que “os ajustes em implantes cocleares provaram serem factíveis, seguros, apreciados pelos pacientes e pelos especialistas” e que “economizava custos, tempo de viagem além do conforto de serem atendidos em localidades próximas de suas residências” (65). ZUMPANO *et al.* (66) descrevem os trabalhos de Telemedicina com implante coclear realizados entre o Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) da Universidade de São Paulo (USP) e o Centro Educacional da Audição e Linguagem Ludovico Pavoni (CEAL-LP). A Portaria nº 402 (24 de fevereiro de 2010) do Ministério da Saúde instituiu em âmbito nacional o programa Telessaúde Brasil, estruturado no formato de Telemedicina, tendo como objetivos quantificar, ampliar a resolubilidade e fortalecer as estratégias da saúde da família. O Conselho Federal de Fonoaudiologia publicou a Resolução nº 366 (25 de abril de 2009) que define a

Telessaúde como exercício legal em Fonoaudiologia, com o uso de tecnologia da informação (TI) - atividades e soluções com base em recursos de computação e telecomunicações - entre outros, com o objetivo de “prestar assistência, promover educação e realizar pesquisa em Saúde”.

WESENDAHL (67) empregou recursos tecnológicos propícios de 2003 para descrever adaptações e ajustes finos de próteses auditivas acústicas em ambientes reais e não em ambientes ideais, como o caso de cabines audiométricas e clínicas audiológicas, a destacar que com “o conceito da Telemedicina permite que um fonoaudiólogo altamente experiente esteja presente em áreas remotas sem restrição de tempo e de localização geográfica”.

O objetivo desta pesquisa é o de investigar os benefícios da Telemedicina aplicada à adaptação de próteses auditivas digitais com a apresentação de um estudo de caso, a discutir seus benefícios e limitações na sua efetiva aplicação para a condução das políticas públicas no Brasil.

## MÉTODO

Para este trabalho definiu-se como Teleaudiologia a prática da adaptação à distância de AASI. O desenvolvimento dos AASI foi realizado no Laboratório de Investigação Médica do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo - LIM/32. O desenvolvimento da Teleaudiologia foi realizado no Departamento de Otorrinolaringologia em conjunto com a Fundação Otorrinolaringologia com recursos oriundos destas unidades.

Os pacientes voluntários deste estudo foram devidamente informados sobre os propósitos deste estudo, tendo assinado espontaneamente um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da

Universidade de São Paulo (nº 204/11). Esta pesquisa foi realizada no dia 8 de abril de 2010.

Uma fonoaudióloga ficou lotada nas dependências do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), Departamento de Otorrinolaringologia, referenciada como unidade especializada (UE), supervisionado por um otorrinolaringologista. Uma equipe de três fonoaudiólogas sob a supervisão de uma otorrinolaringologista ficou lotada no Instituto Sul Mineiro de Otorrinolaringologia (ISMO), Pouso Alegre, Minas Gerais. Esta unidade passa a ser referenciada como unidade remota (UR). A Figura 1, ilustra de modo simplificado a disposição física destas unidades.

Ambas as unidades fazem parte da rede credenciada pelo Sistema Único de Saúde (SUS), no que em 2011 contava com cerca de 140 unidades (68). Algumas informações dos pacientes voluntários estão descritos na Tabela 1.

Neste estudo foram incluídos pacientes adultos de ambos os sexos, com perdas SNHL de grau moderado a moderadamente severo em pelo menos uma orelha, segundo a classificação proposta por NORTHERN e DOWNS *apud* BENTO *et al.*, (54), com tempo de privação auditiva

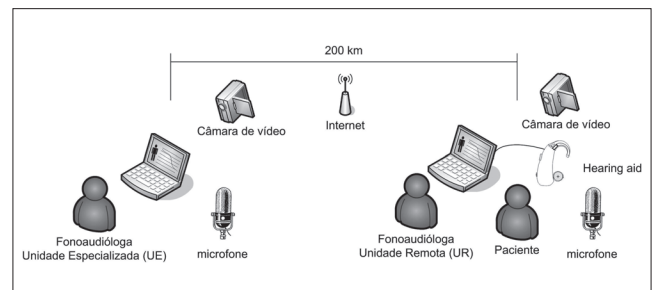


Figura 1. Disposição física simplificada das duas unidades de pesquisa.

Tabela 1. Informações dos pacientes voluntários.

Pacientes	Grau da perda	Gênero	Idade	Escolaridade	Tempo de uso do AASI	Tipo de AASI recebido pelo SUS
D.F.B.	Moderada	Feminino	61	1º Grau	1 ano	Intracanal, quatro canais, ganho máximo de 55 dB, fabricante A.
E.A.	Moderada-severa	Masculino	64	1º Grau	2 anos	Retroauricular, seis canais, ganho máximo de 58 dB, adaptação aberta, fabricante B.
J.M.S.S.	Moderada-severa	Masculino	81	3º Grau	4 anos	Retroauricular, quatro canais, ganho máximo de 61 dB, fabricante C.

Observações:

1.) Todos os AASI são de direcionalidade fixa;

2.) Todos os pacientes são portadores de perda auditiva neurosensorial (SNHL) moderada bilateral.

menor de três anos e que tenham recebido seus AASI através do SUS (Portaria nº 587).

A escolha do sistema operacional Windows® como plataforma deste desenvolvimento se deve ao fato de que há um grande conjunto de aplicações comerciais disponíveis no mercado brasileiro. Para a transmissão e recepção de áudio e vídeo pela internet foi escolhido o Skype™ por conta de ser um programa gratuito e utilizado universalmente sem relatos de dificuldades na instalação ou sem sua operação. O Anyplace Control - aplicativo para acesso remoto - foi escolhido após ser intensamente utilizada uma versão “trial” de trinta dias e ser entendido como um aplicativo simples de manipular e pelo seu baixo custo de aquisição. A escolha do programa de antivírus recaiu sobre o Avast®, pois é um programa gratuito e de boa reputação no mercado. Todos os aplicativos estão listados na Tabela 2.

Os equipamentos utilizados nesta pesquisa foram adquiridos no mercado nacional, sendo todos listados na Tabela 3.

Foi utilizada neste evento apenas uma unidade do retroauricular modelo Florianópolis, cujas especificações seguem na Tabela 4. Após os testes ele foi recolhido de volta para a UE.

Foi montado um Protocolo de Treinamento à Dis-

tância, que possibilitou o treinamento sistematizado quanto ao uso do AASI e do adaptEASY. Informações adicionais sobre os documentos seguem na Tabela 5.

Antes da realização dos testes com pacientes foram executados testes de verificação de conexão de internet entre as duas unidades, a cargo de um dos pesquisadores que se dirigiu à UR. Os testes de conexão contemplaram o Skype®, o Anyplace Control e o adaptEASY, consumindo cerca de 40 minutos. Nestes testes foi detectado certo atraso no recebimento de vídeo da UE, o que não causava confusão, mas que interferia na originalidade proposta pela pesquisa, seja a de se aproximar ao máximo do atendimento presencial. Por conta de que a velocidade de internet da UR ser de 300 Kbps (quilobit por segundo) - considerado baixo para manter áudio, vídeo e programa de adaptação de modo simultâneo - optou-se por desligar provisoriamente o antivírus e o Firewall (software que permite ou nega o acesso a transmissões na rede de computadores, que neste caso faz parte do sistema operacional Windows®) da UR. Como resultado, os aplicativos utilizados durante este evento se tornaram mais rápidos. Para não expor a rede de dados à presença de vírus, foi solicitado que nenhum outro terminal da UR estivesse conectado à internet.

Após estas devidas providências todos os testes com pacientes foram realizados pelas fonoaudiólogas.

**Tabela 2. Relação dos aplicativos utilizados neste evento de Teleaudiologia.**

Nome	Descrição	Versão	Localização
adaptEASY	Programa utilizado na adaptação dos AASI digitais via computador	4.00.14	UR
Skype™	Áudio e vídeo sobre a internet	4.2.0.155	UE/UR
Anyplace Control	Acesso ao computador remoto	4.13.0.0	UE/UR
Windows® XP Professional	Sistema operacional	Edition Service Pack 3	UE/UR
Avast®	Antivírus	5.0.462	UE/UR

Observação. O Firewall é recurso do sistema operacional.

**Tabela 3. Relação dos equipamentos utilizados neste evento de Teleaudiologia.**

Nome	Modelo	Fabricante	Localização	Propriedade
Notebook	Vostro 1400	Dell	UE	UE
Notebook	306S	PCChips	UR	UE
Programador AASI	Hi-Pro	GNOtometrics	UR	UR
Modem	200E	DSLlink	UR	UR
Modem	DPC2 100	WebSTAR	UE	UE
Roteador	78.0454ARB	GTS	UE	UE
Fone de ouvido	HT-30 1MV	Wasta	UE/UR	UE
Webcâmara	1270	SR	UE/UR	UE
Webcâmara	1003 I	Clone	UE	UE
Caixas acústicas amplificadas	SRS68PC	Delta	UR	UR

**Legenda:** 1. SR - sem referência.



**Tabela 4.** Especificações do AASI retroauricular modelo Florianópolis.

Parâmetro	Descrição
Saída máxima	134 dB
Ganho máximo	65 dB
Dreno de corrente	0,88 mA
Ruído de entrada	25 dB
Tamanho da bateria	675
Autonomia com uma bateria	480 horas
Programas de conforto	Três (mais bobina telefônica)
Estratégia de processamento de sinais	WDRC
Número de canais	Oito
Número de filtros "crossovers"	Sete
Estratégia para limitação da saída	AGCo
Equalizador gráfico	16 frequências
Sinalizador sonoro para troca de programa	Presente
Sinalizador sonoro para aviso de troca de bateria	Presente
Gerenciador de realimentação acústica ("feedback")	Adaptativo
Redutor de ruído	Ajustável
Terapia de zumbido	Amplificação seletiva conjugada com terapia, ou apenas a terapia
Gravador de eventos ("datalogger")	Grava a cada 15 minutos: intensidade do som ambiente, posição do controle de volume, programa de conforto e tensão da bateria

Norma técnica utilizada: IEC 60.118-7(2005)

**Legenda:** 1. WDRC - Compressão dinâmica; 2. AGCo - Controle automático de saída por compressão; 3. Especificações sujeitas a alterações por conta de se tratar de um produto em desenvolvimento.

**Tabela 5.** Relação dos documentos utilizados neste evento de Teleaudiologia.

Nome	Modelo	Versão	Localização
TCLE	Padrão da FMUSP	SR	UE
PTD	Padrão 1.1.0	UE/UR	

**Legenda:** 1. TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; 2. PTD - Protocolo de Treinamento à Distância; 3. SR - sem referência

**Figura 2.** Fonoaudióloga na UE.**Figura 3.** Fonoaudióloga da UE na tela da UR.

Inicialmente as unidades se apresentaram utilizando o Skype® para posteriormente revisarem os propósitos da pesquisa. Para o treinamento básico do adaptEASY foi utilizado o Protocolo de Treinamento à Distância (Anexo 1), previamente lido pela UR. Neste Protocolo de Treinamento à Distância foi omitido recursos avançados (p. ex. gerador de som para terapia de zumbido e “Datalogging” - gravação automática do modo do AASI pelo paciente). Justifica-se esta limitação no protocolo por focar o trabalho nos processos de Teleaudiologia, em vez de focar nos recursos do AASI. O treinamento através do protocolo de pesquisa demorou cerca de 30 minutos. A Figura 2 mostra a fonoaudióloga da UE enquanto que na Figura 3 ela aparece na tela do notebook da UR.

Todos os pacientes são usuários de AASI binaurais, mas apenas uma das orelhas foi protetizada. Justifica-se este procedimento por conta de que não havia o objetivo secundário de avaliação de satisfação do AASI. Foi mantido o AASI do paciente na orelha que não estava sendo protetizada. As sessões de adaptação foram individuais.

Todos os pacientes voluntários foram apresentados à fonoaudióloga da UE pelo Skype®, de modo a trazer um elemento humano neste processo informatizado. A primeira paciente voluntária (Tabela 3) é usuária de intracanal, de modo que foi utilizada uma oliva padrão (sem referência) para a adaptação do Florianópolis na orelha esquerda (OE). As fonoaudiólogas da UR introduziram no adaptEASY os dados do paciente, sendo que os ajustes foram executados pela fonoaudióloga da UE, que explicava seus critérios para as fonoaudiólogas da UR. A resposta dinâmica do paciente era repassada diretamente à especialista da UE através do áudio “online” aberto a todos da sala, proveniente do par de caixas acústicas. Esta primeira adaptação demorou cerca de 20 minutos.

O segundo paciente voluntário é usuário de um retroauricular com tecnologia aberta (“Open Fit”), sendo utilizada outra oliva padrão para a adaptação do Florianópolis. Analogamente, os dados do paciente foram alimentados pelas fonoaudiólogas da UR sendo que os ajustes foram executados pela fonoaudióloga da UE com o AASI na orelha direita (OD) do paciente. A interação entre a UE e o paciente ocorreu tal qual descrito no primeiro paciente voluntário. Esta sessão demorou 15 minutos.

O terceiro paciente é usuário de AASI no desenho retroauricular. Foi aproveitado o mesmo molde da OD para a adaptação do modelo de testes Florianópolis. As próprias fonoaudiólogas da UR alimentaram os dados do paciente no sistema e executaram todo o processo de adaptação, sendo remotamente assistidas pela UE. Nenhuma alteração nos ajustes foi proposta pela UE. Esta sessão demorou cerca de 20 minutos.

Ao término de cada sessão os pacientes retornaram ao uso de seus AASI sem que tenha sido executada nenhuma alteração na programação original. Cada um dos pacientes foi dispensado assim que a sua respectiva sessão havia sido encerrada. Após todos estes procedimentos o notebook da UR foi sujeito aos testes de antivírus, onde nada foi detectado. Igualmente a UE foi sujeita a testes para verificar a presença de vírus, onde nada foi detectado.

---

## RESULTADOS

---

Através de recursos de internet as fonoaudiólogas da UR receberam um treinamento da UE para conhecer as características de um AASI e do adaptEASY. A UE apresentou e discutiu as características e recursos eletroacústicos do AASI junto a UR. As fonoaudiólogas da UR destacaram a simplicidade do programa de adaptação e adaptaram o AASI num dos pacientes voluntários sem a intervenção da UE. Os pacientes interagiram com as fonoaudiólogas da UR e da UE e aprovaram a adaptação à distância, destacando a boa qualidade subjetiva de amplificação do Florianópolis e dos benefícios que uma adaptação à distância pode ajudar no processo de adaptação.

---

## DISCUSSÃO

---

As subsidiárias (ou importadores) de AASI trazem produtos desenvolvidos em outros países, produtos ajustados por programas de adaptação cada vez mais complexos, os quais demandam por computadores com recursos de máquinas cada vez mais avançados, além de treinamentos contínuos para os fonoaudiólogos. Neste sentido, a Teleaudiologia e a tecnologia da informação pretendem disponibilizar os treinamentos dos centros especializados para quaisquer pontos do Brasil, de modo a garantir a uniformidade dos treinamentos. Outros recursos podem ser adicionados ao adaptEASY, tais como vídeos instrutivos, manuais eletrônicos, teleconferências, entre outros. Tais recursos objetivam promover o treinamento e a capacitação dos profissionais envolvidos (médicos, dentistas, enfermeiros, fonoaudiólogos e agentes comunitários, entre outros).

O desenvolvimento de produtos locais pode trazer soluções que melhor reflitam as expectativas do governo e da sociedade, como por exemplo, o desenvolvimento de AASI concebidos a partir de especificações centradas em objetivos de longo prazo na saúde auditiva. Por exemplo, assim que expira a garantia dos AASI hoje fornecidos ao SUS (importados) os pacientes podem não ter condições de honrar com os consertos de seus AASI, uma vez que passam a ser identificados como clientes de varejo, logo, sujeitos a mesma tabela de preços dos clientes de varejo. Adicionalmente, os programas de adaptação complexos

não conseguem uniformidade nas adaptações, pois demandam em conhecimentos específicos definidos por especialistas dos fabricantes internacionais, deste modo, programas de adaptação mais amigáveis e de menor complexidade podem representar maior uniformidade nas adaptações e como consequência, melhores resultados para os pacientes do SUS. Programas de adaptação de menor complexidade demandam por menores investimentos em atualizações de hardware, o que pode ser interessante para o governo com menor dispêndio em recursos para tal fim.

Um dos fatores que podem auxiliar no sucesso da implementação da Teleaudiologia no Brasil reside no fato que o país não possui dificuldades devido a sua infraestrutura institucional no campo da otorrinolaringologia e da fonoaudiologia, contando com vários centros de excelência nestas áreas da medicina. Para evitar conflitos na política de implementação deve-se preservar a autonomia e a divisão de tarefas no que tange as atividades de otorrinolaringologistas e de fonoaudiólogos.

O governo poderá ampliar o sistema ora proposto de modo a ter o controle de todo o processo de adaptação que inclui dados do paciente (p.ex. idade, grau da perda e etiologia), dados demográficos (p.ex. quantidade de pacientes, densidade de pacientes por médicos/fonoaudiólogos), custos (p.ex. AASI que mais quebram, tempos de reparo, tipos de quebras mais comuns) - informações estas que o auxilia na melhoria contínua do programa de saúde auditiva no Brasil. O programa da saúde auditiva com base na Teleaudiologia pode ser implementado em conjunto com outras unidades operacionais de abrangência nacional, como as Unidades Básicas de Saúde.

A pouca quantidade dos centros credenciados pelo SUS para a condução das políticas da saúde auditiva em todo o Brasil (cerca de 140) conduz os pacientes - e em muitas vezes seus acompanhantes - ao deslocamento de seus domicílios a estes centros, com prejuízo de suas tarefas seculares (remuneradas ou não), a custearem com despesas com transporte e alimentação, quando por vezes apenas é necessária apenas a realização de ajustes na (re) programação do AASI. Tais situações podem resultar em um incentivo menor para o processo de reabilitação, ainda que os AASI sejam entregues sem custos à população.

Alguns aspectos da implementação tecnológica merecem destaque. O Anyplace Control também permite a troca de mensagens no formato de "chat" entre a UE e a UR, caso haja dificuldades no tocante a restrições na taxa de transmissão entre as unidades. Tal recurso é importante quando não for possível manter o vídeo ou quando houver

interrupções sucessivas com prejuízo ao processo de adaptação. Os atrasos observados neste evento são inerentes ao processo de transmissão e recepção à distância por dois motivos:

- i. o sistema operacional Windows® não opera em tempo real e gerencia as tarefas com base em interrupções e por prioridade funcional;
- ii. as transmissões por internet sempre apresentarão um certo atraso com base na distância a ser coberta pela transmissão/ recepção, independentemente da velocidade de transmissão pela internet.

Para solucionar a primeira restrição bastaria utilizar todos os aplicativos estruturados em sistemas operacionais em tempo real, como o QNX® (QNX Software Systems Corp., Ottawa, Ontário, Canadá), o RTLinux (código aberto, software livre), o VxWorks (Wind River Systems Inc., Alameda, Califórnia, EUA), o Windows® CE (Microsoft Corp., Redmont, Washington, EUA), entre outros. Um modo de minimizar os efeitos da segunda restrição diz respeito a utilizar redes de transmissão mais rápidas, idealmente acima de 2 MB.

A plataforma proprietária escolhida (Windows®) pode ser substituída por uma plataforma aberta (p.ex. Linux), de modo a ofertar soluções mais econômicas e que possam ser personalizadas de acordo com as especificações de outros países, seja com base em suas instruções normativas ou por requisitos operacionais. O programador de AASI (neste caso o Hi-Pro) pode ser substituído por um aplicativo a ser descarregado pela internet e instalado no computador do centro credenciado, de modo a diminuir custos de aquisição de equipamentos.

KRUMM et al. (60) classificam de dois modos a prática da Telemedicina:

- i.) síncrono - quando a comunicação ocorre em tempo real (vídeo interativo, telefone, mensagem instantânea), e
- ii.) assíncrono - quando a comunicação ocorre com base no armazenamento e posterior uso (e-mail, fax, secretária eletrônica, "pager", páginas de internet, fóruns de internet, animações). O trabalho pioneiro no Brasil destacado neste relato atende a ambos os modos.

Muitos pontos de atendimento do SUS possuem equipamentos de informática (hardware) que podem estar disponíveis para credenciamento a Teleaudiologia. Neste sentido, deve estar previsto que tais equipamentos devem apresentar interoperabilidade com a plataforma proposta, o que não deve causar dificuldades por conta das relativas baixas troca de dados (p. ex. áudio e vídeo e dados da sessão de ajuste). Localidades remotas que não possuem ou momentaneamente não contam com serviços de internet podem ser assistidas através de atendimento telefônico.

Localidades verdadeiramente remotas (p.ex. comunidades indígenas e regiões de fronteira) podem ser assistidas com vídeo institucional, ou mesmo através de documentos impressos.

A mudança do atendimento presencial para o atendimento à distância demanda por treinamento aos envolvidos, pois tanto os otorrinolaringologistas quanto os fonoaudiólogos não devem apresentar resistência à Teleaudiologia. Neste sentido, grupos coordenadores podem montar um plano de implantação em locais de maiores restrições, onde as comunicações verbais não podem ser descartadas.

Assuntos importantes devem ser considerados com a prática da Telemedicina, como capacidades, competências e responsabilidade dos profissionais envolvidos, segurança e privacidade, eficácia, eficiência, aspectos éticos, restrição ao acesso, manipulação de informações do paciente e de todo o sistema, custos, entre outros (69). Duas características adicionais que a Telemedicina deve compor relacionam-se com a estabilidade da rede e da funcionalidade junto quando conjugada com vários sistemas operacionais.

Os trabalhos subsequentes de Teleaudiologia devem comparar os resultados clínicos que seriam obtidos em sessões presenciais em relação com aqueles obtidos à distância, contextualizando e analisando suas diferenças. Os aspectos descritos no parágrafo anterior demandam por testes contínuos com mais centros de pesquisas envolvidos, por conta da pluralidade do tema e das diversas competências demandadas que levem ao melhor entendimento do tema.

## CONCLUSÃO

Centrado nas legislações vigentes e com vistas à melhoria das políticas públicas da saúde auditiva no Brasil, foi realizado um trabalho piloto de adaptação à distância de AASI entre duas cidades distantes de 200 km. Concluiu-se que há reais benefícios na implementação da Teleaudiologia no Brasil, apesar de a internet atualmente não estar disponível em todo o território nacional.

torná-lo um produto de referência para as políticas públicas de habilitação ou reabilitava

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Maheu MM, Whitten P, Allen A. E-Health, Telehealth, and Telemedicine: A guide to start-up and success. San Francisco: Jossey-Bass Inc; 2001. p.2-10.
2. DeBakey ME. Telemedicine has now come of age. *Telemed J*, 1995; 1(1):3-4.
3. Puentes J, Soliamn B, Roux C. Exploring telemedicine applications in gastroenterology. *Proceedings of the first BMES/ EMBS Conference. Serving Humanity, Advance Technology*. Page 1218. Atlanta, Georgia, Oct 13-16, 1999.
4. Chorbev I, Mihajlov M. Wireless telemedicine services as part of an integrated system for e-medicine; *Electrotechnical Conference, 2008. MELECON 2008. The 14<sup>th</sup> IEEE Mediterranean*, 264-9. 5-7 May, 2008.
5. U.S. Department of Health and Human Services - Telemedicine for the Medicare Population: Evidence Report/Technology Assessment Number 24. July 2001.
6. Tohme, WG, Hayes WS, Mun SK, Komo D, Meissner MC. "Designing a telemedicine platform for three different medical applications,". *Proceedings of the Fourth International Conference on Image Management and Communications*, 1995, vol., no., pp.86-90, 20-24 Aug 1995.
7. Belardinelli A, Franchi D, Bedini R, Ripoli A, Palagi G. Ward informative system: hospital application of telemedicine. *Computers in Cardiology*, 1999; 26:413-6.
8. Wootton R. The possible use of telemedicine in developing countries. *Journal of Telemedicine and Telecare*, 1997; 3:23-26.
9. Rahms H, Sanz M, Arredondo MT, del Pozo F. "Usability analysis of a telemedicine system for interventional cardiology," *Computers in Cardiology 1995*, vol., no., pp.661-4, 10-13 Sep 1995.
10. Horsch A, Balbach T. "Telemedical information systems," *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on*, vol.3, no.3, pp.166-75, Sept. 1999.
11. Clarke M, Jones RW. "AIDMAN - a versatile telemedicine platform," *Engineering in Medicine and Biology Society*, 2001. *Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Annual International Conference of the IEEE*, vol.4, no., pp. 3496-9 vol.4, 2001.
12. Glombitza G, Evers H, Hassfeld S, Engelmann U, Meinzer H-P. "Virtual surgery in a (tele-) radiology framework," *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on*, vol.3, no.3, pp.186-96, Sept. 1999.
13. Pradeep PV, Mishra A, Kapoor L, Basner R, Agarwal G, Agarwal A, Verma AK, Mishra SK. "Surgical sub-specialty growth in developing country: impact of telemedicine technology; a case study with endocrine surgery," *e-Health*



- Networking, Applications and Services, 2006. HEALTHCOM 2006. 8<sup>th</sup> International Conference on , vol., no., pp. 34-9, 17-19 Aug. 2006.
14. Vasudevan S, Cleetus KJ. "Low cost telemedicine for home health care," Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 2001. WET ICE 2001. Proceedings. Tenth IEEE International Workshops on , vol., no., pp.39-40, 2001.
15. Clarke M, Jones RW. "Technology assisted health care - an information based approach," Information Technology Applications in Biomedicine, 2003. 4<sup>th</sup> International IEEE EMBS Special Topic Conference on , vol., no., pp. 90-3, 24-26 April 2003.
16. Alqirim N. "Telemedicine for development in healthcare organizations: A myth or a fantasy," Communications, Computers and Applications, 2008. MIC-CCA 2008. Mosharaka International Conference on , vol., no., pp.xiv-xiv, 8-10 Aug. 2008.
17. Ramos V. "Contributions to the history of Telemedicine of the TICs," Telecommunications Conference (HISTELCON), 2010 Second IEEE Region 8 Conference on the History of , vol., no., pp.1-5, 3-5 Nov. 2010.
18. Kyriacou E, Fakas G, Pavlaki V. "A completely Decentralized workflow Management System for the Support of Emergency Telemedicine and Patient Monitoring," Engineering in Medicine and Biology Society, 2006. EMBS '06. 28<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE , vol., no., pp.5663-6, Aug. 30 2006-Sept. 3 2006.
19. Vergados DJ, Vergados DD, Maglogiannis I. "NGL03-6: Applying Wireless DiffServ for QoS Provisioning in Mobile Emergency Telemedicine," Global Telecommunications Conference, 2006. GLOBECOM '06. IEEE , vol., no., pp.1-5, Nov. 27 2006-Dec. 1 2006.
20. Yoo SK, Kim BS. "Wavelet based ECG compression algorithm for emergency mobile telemedicine," SICE-ICASE, 2006. International Joint Conference , vol., no., pp.1137-8, 18-21 Oct. 2006.
21. Scheideman-Miller C, Clark PG, Smeltzer SS, Carpenter J, Hodge B, Prouty D. "Two year results of a pilot study delivering speech therapy to students in a rural Oklahoma school via telemedicine," System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35<sup>th</sup> Annual Hawaii International Conference on , vol., no., pp. 9 pp., 7-10 Jan. 2002
22. Nakamura N. "Development of mobile audiometric test system using mobile phones," Biomedical Engineering, 2003. IEEE EMBS Asian-Pacific Conference on , vol., no., pp. 356-7, 20-22 Oct. 2003.
23. Brennan DM, Barker LM. "An interactive telemedicine system for remote speech-language pathology treatment," Engineering in Medicine and Biology Society, 2004. IEMBS '04. 26<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE , vol.2, no., pp.4773-6, 1-5 Sept. 2004.
24. Vacher M, Guirand N, Serignat J-F, Fleury A, Noury N. "Speech recognition in a smart home: Some experiments for telemonitoring," Speech Technology and Human-Computer Dialogue, 2009. SpeD '09. Proceedings of the 5<sup>th</sup> Conference on , vol., no., pp.1-10, 18-21 June 2009.
25. Ngalamou L, Rose D. "Fertility information appliance," Computer-Based Medical Systems, 2002. (CBMS 2002). Proceedings of the 15<sup>th</sup> IEEE Symposium on , vol., no., pp. 335- 8, 2002.
26. Montesinos L, Puentes J, Madrid A, Parra A, Solaiman B, Roux C. "Integrated tediagnostic and epidemiological system to reduce cervical cancer incidence in Mexico," Engineering in Medicine and Biology Society, 2003. Proceedings of the 25<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE , vol.2, no., pp. 1244- 1247 Vol.2, 17-21 Sept. 2003.
27. Verma P, Ghosh AK, Huck RC, Cheng S, Chen S, Martens M, Kaul A. "Continuous Wireless Monitoring of the Cervical Dilation of a Pregnant Woman," Medical Measurements and Applications, 2008. MeMeA 2008. IEEE International Workshop on , vol., no., pp.93-6, 9-10 May 2008.
28. Stockwell SA, Glick JI. "Computerized disease vector identification keys," Military Telemedicine On-Line Today, 1995. 'Research, Practice, and Opportunities', Proceedings of the National Forum , vol., no., pp.131-2, 27-29 Mar 1995.
29. Duy Hai Vu; Duc Thuan Nguyen. "Design of laboratory information system for healthcare in Vietnam BK-LIS," Communications and Electronics (ICCE), 2010 Third International Conference on , vol., no., pp.110-114, 11-3 Aug. 2010
30. Waterhouse E. "New horizons in ambulatory electroencephalography," Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE, vol.22, no.3, pp.74-80, May-June 2003.
31. Bramanti A, Bonanno L, Celona A, Bertuccio S, Calisto A, Lanzafame P, Bramanti P. "GIS and spatial analysis for costs and services optimization in neurological telemedicine," Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE, vol., no., pp.2204-7, Aug. 31 2010-Sept. 4 2010.

32. Rajan B, Seidmann A, Dorsey ER, Biglan KM, Reminick J. "Analyzing the Clinical and Competitive Impact of Telemedicine -Experience with Treating Parkinson Disease Patients via Telemedicine," System Sciences (HICSS), 2011 44<sup>th</sup> Hawaii International Conference on , vol., no., pp.1-10, 4-7 Jan. 2011
33. Zahlmann G, Kluthe S, Obermaier M, Mertz M, Mann G. "Establishment and use of a teleconsultation network in ophthalmology," Engineering in Medicine and Biology Society, 1997. Proceedings of the 19<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE , vol.2, no., pp.924-7 vol.2, 30 Oct-2 Nov 1997.
34. Shengsheng Yu, Zhuo Wei, Deng, RH, Haixia Yao, Zhigang Zhao, Lek Heng Ngoh, Yongdong Wu. "A tele-ophthalmology system based on secure video-conferencing and white-board," e-health Networking, Applications and Services, 2008. HealthCom 2008. 10<sup>th</sup> International Conference on , vol., no., pp.51-2, 7-9 July 2008
35. Camara JG, Santiago MDD, Rodriguez RE. "Real-time telementoring in ophthalmology," Medical Technology Symposium, 1998. Proceedings. Pacific , vol., no., pp.166-72, 1998
36. Go K, Kashiwagi K, Tanabe N, Horiuchi K, Koike N. "Iterative design of Teleoperative Slit Lamp Microscopes for Telemedicine," Pervasive Computing Technologies for Healthcare (Pervasive Health), 2010 4<sup>th</sup> International Conference on-NO PERMISSIONS, vol., no., pp.1-4, 22-25 March 2010
37. Guo Q, Ohsuga M, Muroi K. "Generation of high-quality images for telemedicine and tele-pathology efforts." Engineering in Medicine and Biology Society, 1998. Proceedings of the 20<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE , vol.3, no., pp.1288-91 vol.3, 29 Oct-1 Nov 1998.
38. Della Mea V, Roberto V, Beltrami CA. "Visualization issues in telepathology: the role of the Internet Imaging Protocol," Information Visualisation, 2001. Proceedings. Fifth International Conference on , vol., no., pp.717-22, 2001.
39. Suzuki A, Tanaka T. "Telemedicine system of pathology image using the Internet," SICE, 2007 Annual Conference, vol., no., pp.694-7, 17-20 Sept. 2007.
40. Saenz-Lechon N, Osma-Ruiz V, Godino-Llorente JI, Blanco-Velasco M, Cruz-Roldan F, Arias-Londono JD. "Effects of Audio Compression in Automatic Detection of Voice Pathologies," Biomedical Engineering, IEEE Transactions on, vol.55, no.12, pp.2831-5, Dec. 2008.
41. Kumar DK, Howard A, Mikelaitis P. "Medical e-commerce for regional Australia-Virtual Clinic Call Centre (VC<sup>3</sup>)," Information Technology Applications in Biomedicine, 2000. Proceedings. 2000 IEEE EMBS International Conference on, vol., no., pp.95-8, 2000
42. Chang T-C, Lee J-D, Wu S-J, Shih C-H, Yang M-J. "The Development and Application of the Telemedicine System in Psychiatric Counseling," Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27<sup>th</sup> Annual International Conference of the , vol., no., pp.2196-8, 17-18 Jan. 2006
43. Doi K. "Computer-aided diagnosis: potential usefulness in diagnostic radiology and telemedicine" Military Telemedicine On-Line Today, 1995. 'Research, Practice, and Opportunities', Proceedings of the National Forum , vol., no., pp.9-13, 27-29 Mar 1995.
44. Levine BA, Cleary K, Mun SK. "Deployable teleradiology: Bosnia and beyond," Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on , vol.2, no.1, pp.30-4, March 1998.
45. Puech P, Chazard E, Lemaitre L, Beuscart R. "DicomWorks Teleradiology: Secure transmission of medical images over the Internet at low cost" Engineering in Medicine and Biology Society, 2007. EMBS 2007. 29<sup>th</sup> Annual International Conference of the IEEE , vol., no., pp.6705-8, 22-26 Aug. 2007.
46. Martini MG, Istepanian RSH, Mazzotti M, Philip NY. "Robust Multilayer Control for Enhanced Wireless Telemedical Video Streaming," Mobile Computing, IEEE Transactions on , vol.9, no.1, pp.5-16, Jan. 2010.
47. Edmond CV, Sluis D. "ENT surgical simulator project," Military Telemedicine On-Line Today, 1995. 'Research, Practice, and Opportunities', Proceedings of the National Forum , vol., no., pp.43-6, 27-29 Mar 1995.
48. Heneghan C, Sclafani AP, Stern J, Ginsburg J. "Telemedicine applications in otolaryngology" Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE, vol.18, no.4, pp.53-62, 79, Jul/Aug 1999.
49. Eikelboom RH, Mbaio M, Atlas MD, Mitchell I, Coates H. "Compression of video-otoscope images for tele-otology: a pilot study" Engineering in Medicine and Biology Society, 2001. Proceedings of the 23<sup>rd</sup> Annual International Conference of the IEEE, vol.4, no., pp. 3517- 20 vol.4, 2001.
50. World Health Organization - Situation review and update on deafness, hearing loss and intervention programmes: proposed plans of actions for prevention and alleviation of

- hearing impairment in countries of the South-East Asia Region. *SEA-Deafness-10*; Dec. 2007.
51. Smith AW. 2001. WHO activities for prevention of deafness and hearing impairment in children. *Scandinavian Audiology*. 30(2):93-100. <http://www.informaworld.com/10.1080/010503901750166808>; (accessed 13 April 2010).
52. World Health Organization - Deafness and hearing impairment survey: Report of the consultative meeting of principal investigators. *SEA-Deaf-4*; July 2001.
53. Penteado SP, Bento RF. Designing of a digital behind-the-ear hearing aid to meet the World Health Organization requirements. doi: 10.1177/1084713810380934 *TRENDS AMPLIF* June 2010 vol. 14 no. 2 64-72.
54. Bento RF, Miniti A, Marone SAM. *Tratado de otologia*. 1a ed. São Paulo: EDUSP; 1998.
55. Miniti A, Bento RF, Butugan O. *Otorrinolaringologia clínica e cirúrgica*. São Paulo: Atheneu; 2000.
56. WHO - World Health Organization. *Guidelines for hearing aids and services for developing countries*. Sep 2004.
57. Goulios H, Patuzzi RB. Audiology education and practice from an international perspective. *International Journal of Audiology*, 2008; 47(10):647-64.
58. Kokesh J, Ferguson AS, Patricoski C, LeMaster B. Traveling an audiologist to provide otolaryngology care using store-and-forward telemedicine. *Telemedicine Journal & E-Health*, 2009; 15(8):758-63.
59. Krumm M, Ribera J, Schmiedge J. Using a telehealth medium for objective hearing testing: implications for supporting rural universal newborn hearing screening programs. *Semin Hear*, 2005; 26(1):3-12.
60. Krumm M. Audiology telemedicine. *J Telemed Telecare*, 2007; 13(5):224-9.
61. Bloom S. New technologies can link hearing care providers with distant patients. *The Hearing Journal*, 1999; 52(7):21-30.
62. Givens GD, Blannarovich A, Murphy T, Simmons S, Blach D, Elangovan S. Internet-based tele-audiometry system for the assessment of hearing: a pilot study. *Telemed J E Health*, 2003; 9(4):375-8.
63. Givens GD, Elangovan S. Internet application to tele-audiology—"nothin' but net". *Am J Audiol*, 2003; 12(2):59-65.
64. Ramos A, Rodríguez C, Martínez-Beneyto P, Perez D, Gault A, Falcon J, et al. Use of telemedicine in the remote programming of cochlear implants. *Acta Oto-Laryngologica*, 2009; 129(5):533-40.
65. XIX Congresso Internacional da International Federation of Oto-rhino-laryngological Societies (IFOS), São Paulo, 31 de maio - 4 junho de 2009. Remote fitting of cochlear implant system.
66. Zumpano CE, Bevilacqua MC, Frederique-Lopes NB, Costa AO. Programação remota dos sistemas de implante coclear. *Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol*, 2009; 14(4):539-46.
67. Wedendahl T. Hearing aid fitting: application of Telemedicine in Audiology. *International Tinnitus Journal*, 2003; 9(1):56-8.
68. [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/servicos\\_auditiva.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/servicos_auditiva.pdf), visited on october 12, 2011.
69. Bauer JC; Ringell MA. *Telemedicine and the reinvention of Healthcare*. New York: McGraw-Hill; 1999. p.157-81.