

TEB APEX1000
Sistema de Monitorização e Análise de Teste Ergométrico

FUNDAMENTOS E INSTALAÇÃO

Manual do Usuário

Versão do Manual: 00

Revisão 09 – Junho de 2015



A TEB visa sempre, através de um desenvolvimento constante em seus projetos, a atualização de seus produtos. Desta maneira é possível que informações, procedimentos e especificações técnicas contidas neste manual sejam alterados com o decorrer do tempo. Neste caso, a TEB reserva-se o direito de fazer tais alterações sem prévio aviso.

Nenhuma parte deste manual poderá ser copiada ou transmitida por qualquer meio e para qualquer finalidade sem autorização por escrito da TEB.

Este equipamento foi fabricado no Brasil e teve seu projeto eletrônico (hardware, software) e Design inteiramente desenvolvidos pela TEB Tecnologia Eletrônica Brasileira Ltda.

Registro ANVISA

TEB APEX1000 - 10265690023

Responsável Técnico

Percival Gomes Netto - CREA nº 0600791121

Fabricado e fornecido por:

TEB Tecnologia Eletrônica Brasileira Ltda.

Av. Diederichsen, 1057 - Vila Guarani - São Paulo - SP - 04310-000
CNPJ: 46.055.703/0001-18 Inscrição Estadual: 110.547.244.18
Tel. (11) 5018 8855 Fax (11) 5017 6472

E-mail - suporte técnico: tebserv@teb.com.br

Informações comerciais: vendas@teb.com.br

Simbologia Utilizada no Equipamento e neste Manual



Indica uma particularidade para a qual o usuário deve consultar os documentos para obter informações necessárias para sua utilização, com segurança.



Parte aplicada do tipo CF, à prova de desfibrilador.



Símbolo utilizado em todo ponto ligado ao terra de proteção.



Indica posicionamento correto (este lado para cima) no armazenamento e transporte (utilizado na embalagem).



Indica necessidade de cuidado no manuseio devido a fragilidade (utilizado na embalagem).



Indica que teme água (utilizado na embalagem).



Indica o empilhamento máximo (utilizado na embalagem).



Posição da Chave Geral em que o aparelho permanece desligado.



Posição da Chave Geral em que o aparelho permanece ligado.

ABREVIATURAS

ECG – Eletrocardiograma.

CPU – Unidade Central de Processamento. Microcomputador.

USB – “Universal Serial Bus”: um padrão de comunicação digital entre diferentes equipamentos eletrônicos.

Índice

Índice	4
1 Introdução	9
Finalidade	9
Princípio de Funcionamento	10
Monitorização de ECG	10
Teste Ergométrico	10
2 Características Principais	11
Operação	11
Método de aquisição dos sinais	11
Impressão e gravação	11
Monitorização	12
Análise de Sinais	12
Programa APEX1000 remoto	12
3 Composição e Instalação	14
Composição:	14
Vista frontal	14
Vista lateral	15
Instalação do equipamento	15
Conexão à rede elétrica	15
Conexões do equipamento	16
Detalhe das conexões com o computador	17
Conexão do amplificador ao computador	19
Conexão do amplificador à Esteira	20
Conexão do amplificador ao terra de proteção	20
Conexão do amplificador ao paciente	21
Aspectos gerais da instalação	22
Cuidados na instalação do TEB APEX1000	22
Instalação do programa	24
4 Fundamentos de Operação	25

Como ligar e desligar o equipamento	25
Interface homem-máquina	25
Diálogos de entrada de dados	26
Campos alfanuméricos	26
Listas de opções ("Pick-lists")	26
Botões	27
Tela inicial do programa	27
Cuidados na operação do TEB APEX1000	28
Colocação dos eletrodos no paciente	30
Colocação dos eletrodos para ECG de repouso	30
Colocação dos eletrodos para ECG de esforço	31
Preparação da Pele e Escolha dos Eletrodos	31
Qualidade dos Eletrodos	32
Eletrodos	32
Alarme de Eletrodo Inoperante	33
Postura do paciente na esteira	33
Segurança	35
Redução de Artefatos no ECG	35
Precisão Ergométrica	35
5 Limpeza	38
Procedimento para limpeza do Cabo de Paciente	38
Desinfecção e esterilização	38
Procedimento para limpeza do aparelho	39
6 Conservação e Manutenção	40
Teste Operacional do Usuário	40
Teste para antes do uso	40
Teste para após o uso	41
Manutenção Preventiva	41
Proteção Ambiental	42
7 Acessórios	43
8 Especificações Técnicas	44

Fabricante	44
Equipamento	44
Classificação	44
Principais normas de segurança atendidas	45
Partes do equipamento	45
Parte não médica	45
Partes médicas	45
Partes protegidas contra descarga de Desfibrilador	45
Apresentação das medidas e traçados	46
Entradas e processamento de sinais	46
Seleção de modo, controles e ajustes	46
Alarmes	46
Alimentação	47
Características de Entrada:	47
Características de Saída para Informática:	47
Características de Saída para Esteira:	47
Fusíveis	48
Condições ambientais de operação	48
Condições de transporte e armazenamento	48
Dimensões e Peso	48
Nota sobre Bio-Compatibilidade	49
Observação final	49
9 Termo de Garantia	50
A1 Fórmulas Utilizadas nos Cálculos Automáticos	51
Cálculo de VO2max	51
Teste Ergométrico feito em Bicicleta	51
Teste Ergométrico em Esteira, utilizando o Protocolo de Bruce	52
Teste Ergométrico em Esteira, utilizando o Protocolo Rampa2	52
Teste Ergométrico em Esteira, utilizando outros Protocolos	53
MV02	53
Débito Cardíaco	53

	Índice
Grupo Funcional	54
Aptidão Cardiorrespiratória	54
Para mulheres	54
Para homens	54
Duplo Produto	55
Déficit Cronotrópico	55
Déficit Funcional do VE	55
Variação da PA	55
Déficit Aeróbico Funcional (FAI)	55
Déficit Aeróbico do Miocárdio (MAI)	56
Escores	56
Escore de Duke	57
Escore do VA	57
Escore de Raxwal	58
A2 Qualidade da Digitalização do ECG	60
Taxa de Amostragem	60
Resolução	61
Faixa Dinâmica	61
Número de Bits	61
A3 O Batimento Médio	63
Cálculo do Batimento Médio	63
Primeira etapa: identificação de batimentos	63
Segunda etapa: exclusão de batimentos inválidos	63
Terceira etapa: determinação do ponto de alinhamento	64
Quarta etapa: cálculo da média	64
Conclusão	64
A4 Apresentação Ética de Resultados	65
A5 Precauções ao instalar outros Programas	66
A6 Segurança	67
Drogas	67
Desfibrilador	67

Aterramento	67
A7 As Derivações CS5, MV5 e MV5 _m	69
A Derivação CS5	69
A Derivação MV5	70
A Derivação MV5 _m	70
Forma de Monitorização	71
Distorções em CS5 e MV5 _m	71

1 Introdução

Este manual apresenta informações gerais sobre características, composição, instalação, especificações técnicas e operação do Sistema de Monitorização e Análise de Teste Ergométrico TEB APEX1000.

No texto a seguir, por simplicidade, o Sistema de Monitorização e Análise de Teste Ergométrico TEB APEX1000 poderá ser referido como TEB APEX1000 ou apenas APEX1000.

Finalidade

O APEX1000 é um equipamento avançado de monitorização, registro, gravação, manipulação de sinais de eletrocardiograma periférico e controle de ergômetro (esteira ou bicicleta), com ênfase principal na realização de testes ergométricos.

Dentre os possíveis usos o APEX1000 pode realizar as seguintes tarefas:

- Eletrocardiograma convencional de repouso em 13 derivações simultâneas.
- Monitorização e registro de teste ergométrico no processo convencional de três derivações simultâneas (MV5, D2 e V2), com 5 eletrodos.
- Monitorização e registro de teste ergométrico em até 13 derivações simultâneas (DI a V6, MV5 ou CS5).
- Medidas automáticas de amplitude de onda R, desnivelamento e inclinação de segmento ST nos batimentos médios de todas as derivações. O critério para o ponto J pode ser escolhido antes e ajustado durante o exame.
- Medidas manuais desses mesmos fatores mais intervalos de tempo e outras amplitudes sobre os batimentos médios ou de tempo real, durante ou após o exame.
- Gravação de trechos selecionados do exame em disco para análise ou reimpressão posterior.
- Gravação contínua de todo o exame, em uma ou todas derivação, para a análise do ritmo.
- Elaboração de cálculos e gráficos.
- Elaboração de relatórios finais de ECG convencional e de esforço.

- Utilização do computador, quando não operando na sua aplicação principal, em programas comuns.

Princípio de Funcionamento

Monitorização de ECG

A captação do ECG baseia-se no fato de que qualquer contração muscular gera uma perturbação elétrica, que, conforme sua amplitude, pode ser captada por eletrodos na pele do paciente. Com o paciente em repouso, com seus músculos relaxados, a maior atividade elétrica, captada pelos eletrodos, é causada por contrações de seu coração. Essa perturbação elétrica, depois de devidamente amplificada e tratada por circuitos analógicos e digitais, é mostrada graficamente na tela do aparelho.

Teste Ergométrico

O objetivo de se submeter o paciente a um esforço físico é o de aumentar sua frequência cardíaca. À medida que o músculo cardíaco é mais exigido, aumenta seu consumo de oxigênio. Nesta situação, se existe uma deficiência de irrigação sanguínea (causado por um estreitamento de uma artéria coronária), o traçado do ECG é distorcido, indicando esta deficiência ao médico, sem ser necessário um procedimento invasivo.

Outro efeito do aumento de frequência é provocar extra-sístoles em pacientes pré-dispostos a apresentar taquicardias, por problemas eletrofisiológicos.

O comportamento da pressão sanguínea também é analisado. Qualquer desvio em relação à evolução normal durante o teste ou à fase de recuperação também faz parte do relatório final, e pode indicar anomalias.

2 Características Principais

O APEX1000 realiza a monitorização de até 13 canais de ECG em tempo real, executando paralelamente as funções de processamento de sinal (tais como a filtragem, construção dos batimentos médios e as medidas automáticas), impressão, gravação de traçados e controle do ergômetro (esteira ou bicicleta), sem a interrupção de alguma função ou perda parcial de processamento.

O processamento do APEX1000 utiliza um moderno computador e um poderoso processador digital de sinais, ou DSP. Este hardware junto com seu sofisticado software, torna-o distinto de outros sistemas baseados apenas em computador.

Para o usuário, esta enorme capacidade de processamento se traduz num sistema flexível e de recursos sofisticados, porém fácil de entender e operar.

Operação

Toda a operação do equipamento é feita através do software. Todos os comandos são dados através do teclado e do mouse do computador.

Método de aquisição dos sinais

Os sinais elétricos do paciente são captados por eletrodos posicionados em sua pele. Um cabo de paciente liga estes eletrodos ao equipamento, que faz toda a amplificação e tratamento destes sinais. Através deste tratamento é possível a monitorização, gravação e impressão de até 13 derivações de ECG.

Impressão e gravação

Durante o exame, sem prejuízo de qualquer outra função, poder ser obtida a impressão dos traçados utilizando-se uma impressora gráfica a laser ou a jato de tinta.

Existem diversos tipos de formatos de impressão, que estão descritos em detalhes no manual de operação do programa.

Também pode ser feita uma gravação contínua do exame. Ao final do procedimento a gravação pode ser transferida para qualquer meio de armazenamento de dados, por exemplo, disquetes, para posterior análise em outro computador, fora da sala de exames.

Monitorização

O APEX1000 é capaz de realizar a monitorização contínua do ECG do paciente, apresentando simultaneamente as informações que caracterizam o modo monitorização, como por exemplo: as derivações, frequência cardíaca, dados do protocolo do exame, parâmetros da esteira e outros. Todas as informações são apresentadas em uma única tela de vídeo. Os controles disponíveis permitem o usuário, realizar medidas sobre trechos de ECG capturados, gravar traçados em arquivos e imprimi-los, sem a perda da monitorização.

Análise de Sinais

O sistema memoriza continuamente os últimos cinco segundos de traçados. A qualquer momento este bloco pode ser capturado na tela de controle, através do comando **“MEDIDAS”**. Nesta janela o ECG, em cada uma de suas derivações, pode ser analisado de forma detalhada, em seguida salvo em memória ou impresso. Sobre o sinal capturado no monitor de controle, podem ser posicionados cursores eletrônicos para execução de medidas.

Todas as derivações são gravadas em arquivo, durante toda a duração do exame. Estes traçados, junto com o cadastro do paciente, os histogramas e o laudo final podem ser arquivados no Banco de dados de Exames. Isto possibilita que se faça, posteriormente, sua análise completa, inclusive permitindo que se faça a comparação entre dois testes realizados em momentos diferentes.

Todos esses recursos podem ser utilizados sem prejuízo da monitorização contínua de todas as derivações.

Programa APEX1000 remoto

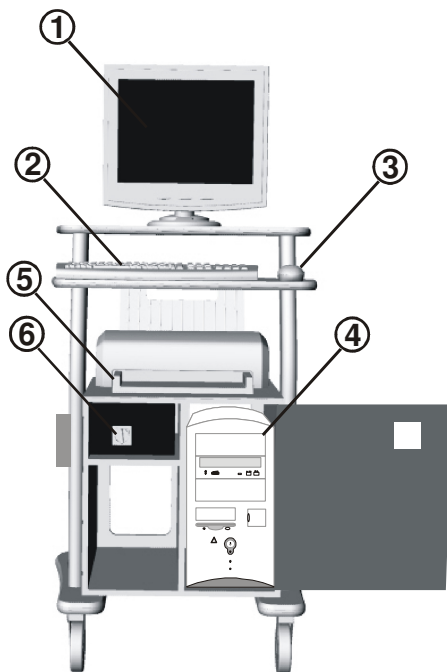
Trata-se de um programa, fornecido junto com aparelho, que permite que procedimentos gravados possam ser revistos, analisados e impressos fora da sala de exames, em computadores comuns, com os mesmos recursos do programa principal.

Com este programa é possível a monitoração remota via rede (IP), não se tendo a necessidade de estar presente na sala de exame. Também é possível ter acesso ao banco de exame de paciente pela rede, possibilitando cadastramento de paciente em outro local que não esteja realizando o exame.

3 Composição e Instalação

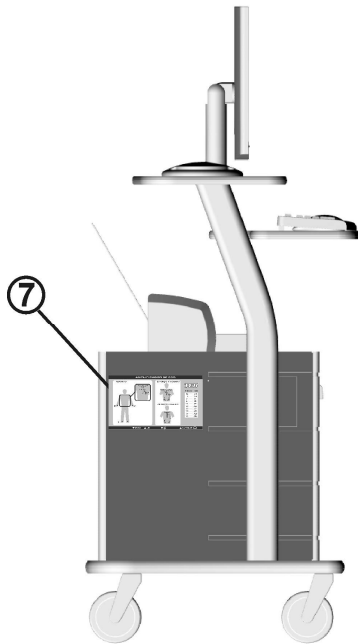
Composição:

Vista frontal



1	Monitor de Vídeo SVGA
2	Teclado
3	Mouse
4	Computador
5	Impressora
6	Chave Geral

Vista lateral



7	Amplificador de ECG
---	---------------------

Instalação do equipamento

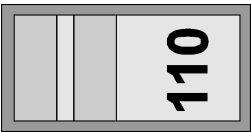
Pelo número de itens que compõem o APEX1000 e pela simplicidade de conexões, não se faz necessário o uso de qualquer equipamento de proteção, como por exemplo, luvas ou óculos de proteção.

Conexão à rede elétrica

O tipo de instalação elétrica para alimentação do APEX1000 deve ser feita obrigatoriamente utilizando-se tomadas de 3 pinos, compatíveis com o plug do cabo de força original do aparelho. Nestas tomadas, o pino central constitui a ligação terra, que é essencial e obrigatória.

Em caso de dúvida sobre a ligação terra da instalação elétrica, um eletricista habilitado deve ser consultado.

O TEB APEX1000 possui uma chave seletora de voltagem de alimentação para instalações 110Vac ou 220Vac. O equipamento só deve ser ligado em tomadas que tenham a mesma voltagem indicada na chave seletora, situada na parte interna do console, junto à régua de tomadas, próxima ao cabo de força.



Se a chave seletora de voltagem tiver que ser alterada, substitua os fusíveis:

110 Volts	Fusível de ação retardada de 4 Ampères por 250 Volts
220 Volts	Fusível de ação retardada de 2 Ampères por 250 Volts

 **ATENÇÃO: Os dois fusíveis de rede devem ser sempre substituídos simultaneamente**

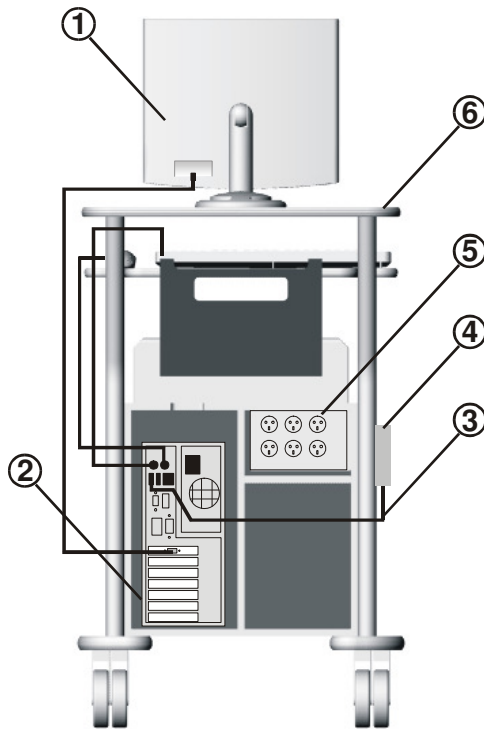
Os fusíveis utilizados devem ser do tipo e valor mencionados acima, de dimensões 20 x 5 mm e fabricados de acordo com a Norma Brasileira de Fusíveis de Pequeno Porte - NBR 5372.

Se outros equipamentos elétricos ou eletrônicos forem usados no mesmo paciente (ou nas suas proximidades), todos devem estar aterrados, ou seja, deverão estar ligados em tomadas de 3 pinos ou com seus fios terras ligados em pontos convenientes.

Conexões do equipamento

As conexões do APEX1000 resumem-se nas ligações dos cabos dos monitores de vídeo, teclado, mouse e amplificador.

Uma vez posicionados os equipamentos no console, os cabos devem ser dispostos e conectados conforme a figura a seguir:



1. Monitor de vídeo.
2. Computador
3. Cabo de USB
4. Módulo amplificador de ECG
5. Régua de Tomadas
6. Console

Para uma organização melhor dos cabos existem suportes plásticos fixados ao console para a passagem destes.

Detalhe das conexões com o computador

A figura a seguir, mostra esquematicamente, a parte traseira do computador com a posição de suas conexões.



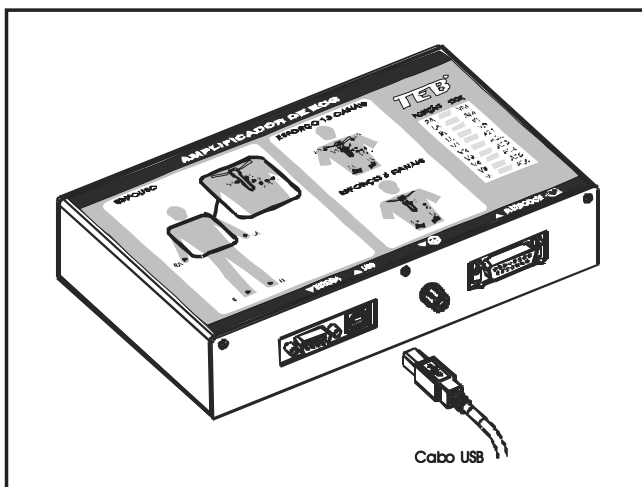
ATENÇÃO: Nunca pressione o botão de RESET nem o de Liga/Desliga do computador durante um exame. O acionamento de qualquer um destes botões, provoca a perda da monitorização do paciente e todos os arquivos de traçados do exame corrente, gravados no disco rígido do computador. Mesmo fora de um exame, o acionamento de qualquer destes botões pode prejudicar a instalação do sistema operacional. Estes botões devem ser utilizados apenas por técnicos habilitados, em condições específicas e de acordo com os procedimentos de assistência técnica.



Para o correto manuseio do equipamento, o operador deve possuir conhecimentos básicos do uso de um computador do tipo IBM-PC e familiaridade com o uso de teclado e “mouse”, bem como do sistema operacional Windows e seus principais programas acessórios. Este manual, e o treinamento inicial que a TEB oferece aos seus clientes, não se propõem a suprir estes conhecimentos.

Conexão do amplificador ao computador

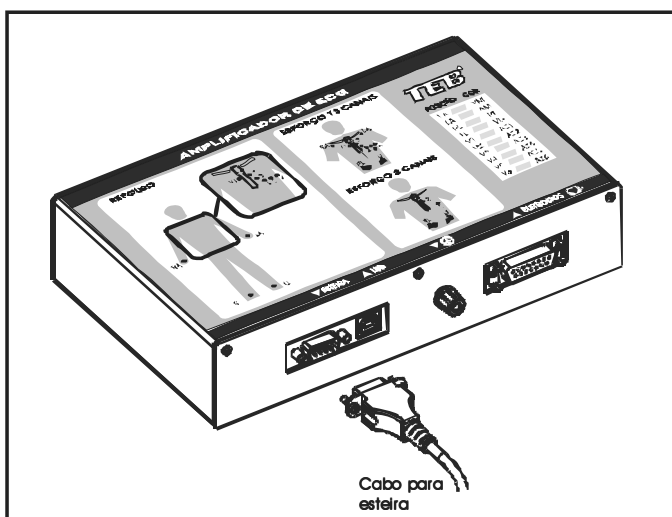
O amplificador é alimentado pelo computador através da conexão USB. O mesmo não dispõe de chave liga/desliga, sendo necessário apenas a conexão ao computador para ligá-lo. Utilize o cabo fornecido pela TEB para interligação do amplificador ao computador.



Para desenergizar totalmente o amplificador, desconecte-o do cabo USB ligado ao computador.

Conexão do amplificador à Esteira

O amplificador possui um conector de 9 pinos para a ligação do cabo da esteira. Os sinais presentes nos pinos e suas características seguem o padrão de comunicação serial RS232. O programa de monitorização do APEX1000 realiza o controle da esteira, via amplificador. O painel superior do amplificador indica a posição para a conexão do cabo da esteira.

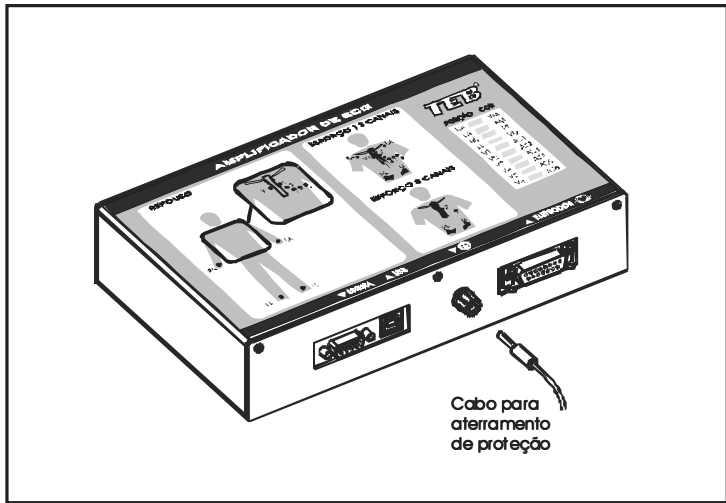


Após o encaixe dos conectores, fixe-os através dos parafusos.

Conexão do amplificador ao terra de proteção

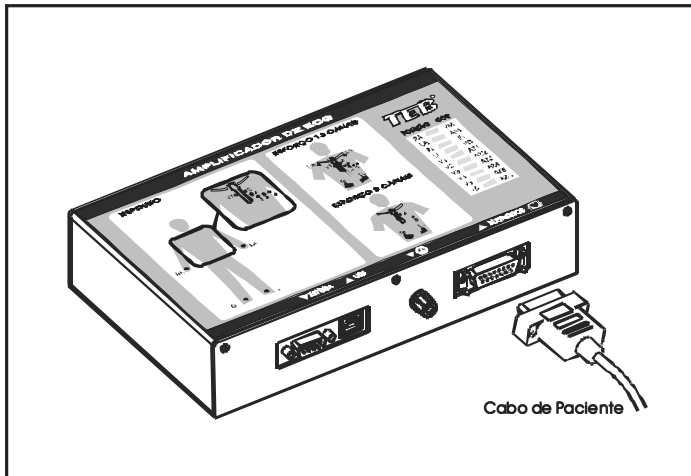
Esta ligação é essencial e obrigatória para uma monitorização segura e sem interferências. Deve-se utilizar o cabo de aterramento de proteção, fornecido pela TEB.

Uma extremidade do cabo deve ser ligada ao amplificador, no borne terra, e a outra no borne de aterramento da régua de tomadas, no qual também devem estar ligados o computador e os outros itens de informática.



Conexão do amplificador ao paciente

O painel superior do amplificador indica a posição para a conexão do cabo de paciente. Observe a posição de encaixe dos conectores (cabo/amplificador). Faça a conexão e certifique-se da fixação através das travas deslizantes dos conectores.



Aspectos gerais da instalação

Os amplificadores para ECG são aparelhos extremamente sensíveis e se instalados em locais próximos a lâmpadas fluorescentes, aparelhos de som ou TVs, equipamentos de Raio-X, linhas de transmissão de energia ou outros equipamentos que emitam ondas de interferência, podem ter o seu funcionamento afetado. Ao instalar o TEB APEX1000, evite a proximidade com essas possíveis fontes de interferência.



ATENÇÃO: O TEB APEX1000 pode causar e/ou sofrer interferência eletromagnética.

A ligação do APEX100 à rede elétrica deve ser feita obrigatoriamente utilizando-se tomadas de 3 pinos, compatível com o plug do cabo de força original do equipamento. Nestas tomadas, o pino central constitui a ligação terra, que é essencial.

Em caso de dúvida sobre a ligação terra do circuito de alimentação da rede elétrica, um eletricista habilitado deve ser consultado.

Uma indicação de que a ligação terra pode ser considerada satisfatória, é quando a interferência no traçado for nula ou pequena (com os filtros desligados). Eventualmente, o traçado poderá estar livre de interferências mesmo sem a ligação do fio terra, mas, mesmo assim, o aterramento sempre deverá ser feito por razões de segurança.


Convém colocar junto ao APEX1000 todos os seus acessórios, bem como utensílios, equipamentos e medicamentos necessários no atendimento de urgência.

Cuidados na instalação do TEB APEX1000



ATENÇÃO: Na instalação do APEX1000, os seguintes cuidados devem ser observados:

- A instalação do sistema deve ser realizada por um profissional autorizado pela TEB. Não se faz necessário o uso de qualquer equipamento de proteção, como por exemplo, luvas ou óculos de proteção.

- Os itens do equipamento (amplificador e itens de informática) devem estar conectados ao mesmo terra de proteção.
- O equipamento deve ser instalado em ambiente onde as instalações elétricas obedecem aos requisitos de segurança da NBR 13534, ou equivalente.
- O monitor de vídeo deve ser identificado como parte não médica, e, portanto deve ser mantido fora do ambiente do paciente, ou seja, a 1,5m do paciente. Utilize o símbolo de ATENÇÃO () para identificação de partes não médicas.
- Se outros equipamentos elétricos ou eletrônicos forem usados no mesmo paciente ou nas suas proximidades, todos devem estar aterrados (ou seja, deverão estar ligados por tomadas de três pinos, ou então, com seus fios terra ligados em pontos convenientes). Entre esses equipamentos encontram-se os aspiradores elétricos de secreções, camas ou mesas de cirurgia com motores, bisturis elétricos, máquinas de circulação extracorpórea, lâmpadas auxiliares de cirurgia e outros equipamentos de monitorização. Estes equipamentos devem estar em acordo com a norma de segurança NBR IEC 60601-1. Nesta situação, a somatória das correntes de fuga dos vários aparelhos pode ultrapassar os valores máximos admissíveis, o que pode causar riscos de segurança, tais como micro-choques, ou até fibrilação cardíaca.
- Não deixe nenhum objeto sobre o cabo de força do APEX1000 e nem posicione o sistema de modo que o cabo de força possa ser danificado.
- Não utilize o equipamento em locais próximos à água, tais como banheiras, aquários, pias, ou em locais que a umidade não seja adequada às especificações do sistema.
- Nunca bloqueie as frestas de ventilação dos equipamentos ou coloque-os sobre ou próximo a superfícies geradoras de calor.
- Não instale o equipamento em superfícies inclinadas ou em superfícies que não suporte o seu peso.
- Não adicione acessórios que não tenham sido fornecidos ou projetados para uso no sistema.



Consulte os documentos dos itens de informática para mais detalhes de operação, instalação e segurança.

Instalação do programa

Para uma descrição detalhada da instalação do programa, consulte o “Manual de usuário de operação do Sistema de Monitorização e Análise de Teste Ergométrico TEB APEX1000”, fornecido junto ao aparelho.

4 Fundamentos de Operação

Pelo fato de ser controlado por computador, o APEX1000 foi projetado para que sua utilização seja o mais simples possível. Todos os comandos são acionados por mouse e os de uso mais frequente podem ser executados através de teclas facilmente associáveis (ex: “C” para congelar, etc.).

Este capítulo faz uma descrição dos procedimentos gerais que envolvem a utilização do equipamento. Para uma descrição detalhada de sua operação, consulte o manual de usuário de Operação do Programa do TEB APEX1000.

Como ligar e desligar o equipamento

Uma vez conectado o equipamento à rede elétrica, para ligá-lo basta girar (no sentido horário) o botão da chave geral. Aguarde alguns instantes até que os monitores se acendam, e o programa seja carregado.

Para desligar, é necessário finalizar o programa. Com o exame finalizado, encerre o programa do TEB APEX1000. Em seguida, deve-se fechar o Windows, pelo botão “Iniciar”, da barra de tarefas, opção “Desligar”. Feito isto, é só desligar a chave geral.

Não é necessário acionar as chaves liga-desliga dos monitores todas as vezes ao ligar e desligar o equipamento. Os mesmos podem ficar com suas chaves na posição ligada. Porém, se ao ligar o sistema (pela chave geral) algum monitor não se acender, acione seu botão liga-desliga.

Interface homem-máquina

A tela de monitorização e controle do APEX1000 é utilizada no modo gráfico colorido. As telas são apresentadas com características típicas de "WINDOWS" como: janelas superpostas, botões, barras de rolamento ("slide bar") e menus.

As telas podem ser classificadas em dois tipos: diálogos para entrada de dados e telas de controle do programa.

Diálogos de entrada de dados

São telas que possuem campos onde o usuário entra com dados (nome do paciente, tipo de exame etc.). Eles podem ser preenchidos com qualquer caractere imprimível, números inteiros ou ponto flutuante dependendo do dado. Os campos podem ser de três tipos: alfanuméricos, listas de opções ou botões.

Campos alfanuméricos

Os campos alfanuméricos são campos de texto e os dados são preenchidos digitando-se diretamente no teclado. Dependendo do campo, o sistema pode não aceitar números ou letras (por exemplo, para o campo "Peso" o sistema aceita apenas números).

Quando o campo está em modo reverso, o conteúdo anterior é substituído ao ser digitado o primeiro caractere. Caso contrário, o caractere é inserido no local apontado pelo cursor (uma pequena barra vertical).

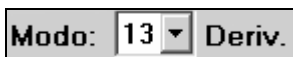
Quando o campo está cheio, não são aceitos mais caracteres, a não ser que se eliminem os existentes através da tecla "Del" ou "Backspace".

Use a tecla TAB para avançar entre os campos e SHIF + TAB para recuar entre os campos.

Listas de opções ("Pick-lists")

As listas de opções (ou "Pick-lists") são campos definidos com uma lista de opções pré-definidas.

Clicando com o mouse na seta à direita da janela do campo, a lista será exibida. A opção escolhida pode ser selecionada e confirmada com o clique do mouse diretamente sobre a opção:

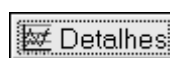
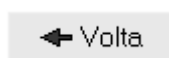
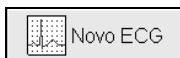




Pode-se também selecionar uma opção através do teclado usando-se as setas ↓ e ↑. A opção selecionada será mostrada em modo reverso e sua confirmação deve ser feita através da tecla “Enter”.

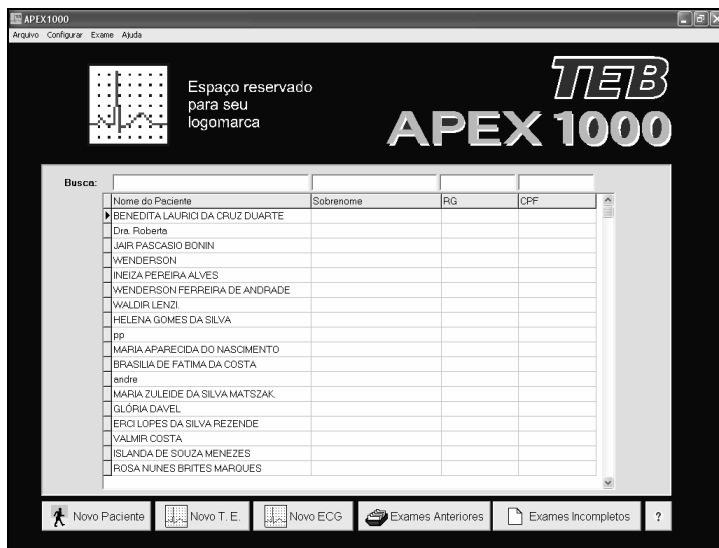
Botões

São campos que acionam diretamente comandos do programa. Podem ser ativados diretamente com um clique do mouse sobre o botão ou selecionados através da tecla TAB e ativados com “barra de espaço” ou tecla “Enter”.



Tela inicial do programa

Ao ligar o APEX1000, o programa será executado automaticamente e será apresentada a tela inicial, mostrada abaixo, com as opções de iniciar um novo exame, rever exames gravados ou configurar o modo de operação.



Cuidados na operação do TEB APEX1000



ATENÇÃO: Na utilização do APEX1000, os seguintes cuidados devem ser observados:

- Mantenha este manual de instruções sempre à mão, para sanar eventuais dúvidas.
- O Equipamento só deve ser operado por profissionais da área médica com condições de avaliar corretamente o estado do paciente, habilitados para decidir quando e como utilizar os recursos disponíveis no Sistema e familiarizados com o seu manejo e com as instruções deste manual.
- Não se deve utilizar o aparelho caso haja suspeita de defeito ou mau funcionamento, se o mesmo aparentar ter sido aberto por pessoal não autorizado pela fábrica, ou se houver indícios da penetração de líquidos ou gel em seu gabinete.
- Os eletrodos e as garras do cabo de paciente não devem tocar nenhuma parte metálica, mesmo que esteja aterrada.
- Numa eventual utilização de desfibrilador, evite posicionar as pás de aplicação sobre os eletrodos de captação, ou sobre o cabo de paciente.

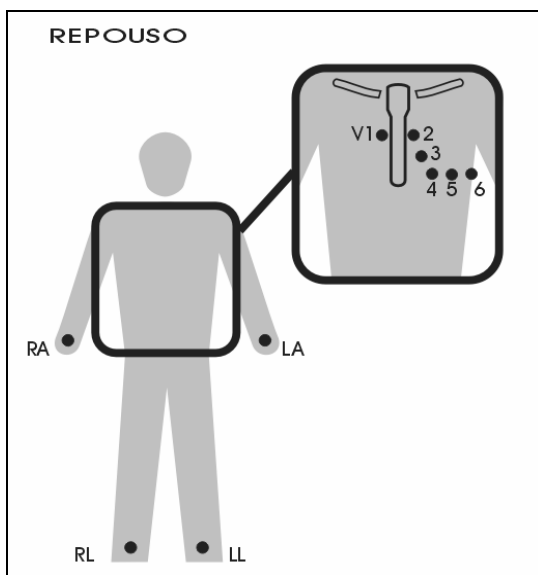
- Na eventualidade de ser necessário aplicar um choque de desfibrilador em um paciente monitorizado por um Apex1000, deve-se evitar que o paciente toque qualquer parte metálica do equipamento.
- O operador nunca deve tocar simultaneamente no paciente e em qualquer parte do sistema (inclusive nos conectores dos cabos ligados ao Módulo amplificador).
- No caso de conexões ao coração do paciente, estas devem ser mantidas isoladas do equipamento.
- Deve-se sempre tomar o cuidado de evitar causar dobras, torções ou puxões violentos nos cabos do aparelho (particularmente, no cabo de paciente), para não reduzir sua vida útil.
- Utilize apenas os acessórios fornecidos junto ao aparelho, ou adquiridos através da TEB.
- O APEX1000 pode ser utilizado com equipamentos cirúrgicos de Alta Frequência, como, por exemplo, bisturi elétrico. Porém, deve-se tomar extremo cuidado com a ligação da chamada “placa neutra”. Se esta ligação apresentar mau contato, ou estiver interrompida, a utilização destes equipamentos oferece o risco de provocar queimaduras no paciente, nos pontos de colocação dos eletrodos.
- Se o APEX1000 for molhado acidentalmente, desligue-o imediatamente da rede elétrica e o envie para revisão, para o representante técnico TEB de sua região.
- Marcapassos cardíacos ou estimuladores elétricos podem ser usados simultaneamente com o APEX1000, porém deve ser observado que a somatória das correntes de fuga desses equipamentos podem ultrapassar os valores máximos admissíveis. As partes que compõe o sistema podem ser utilizadas simultaneamente sem causar risco de segurança ao paciente.
- O APEX1000 apresenta um recurso visual para indicação de inoperabilidade, quando da saturação de seus amplificadores, por eletrodo solto, polarização dos eletrodos ou descarga de um desfibrilador cardíaco. A mensagem “VERIFICAR ELETRODO” será exibida na tela, em qualquer uma dessas situações.
- Evitar qualquer conexão condutiva com a parte aplicada dos eletrodos. Isto pode degradar a segurança do sistema.
- Os eletrodos descartáveis não devem ser reesterilizados ou reutilizados.
- Se outros equipamentos elétricos ou eletrônicos forem usados no mesmo paciente ou nas suas proximidades, todos devem estar aterrados (ou seja, deverão estar ligados em tomadas de três pinos, ou então, com seus fios terra ligados em pontos convenientes). Entre esses equipamentos encontram-se os aspiradores elétricos de secreções, camas ou mesas de cirurgia com motores,

bisturis elétricos, máquinas de circulação extracorpórea, lâmpadas auxiliares de cirurgia e outros equipamentos de monitorização. Estes equipamentos devem estar em acordo com a norma de segurança NBR IEC 60601-1. Nesta situação, a somatória das correntes de fuga dos vários aparelhos pode ultrapassar os valores máximos admissíveis, o que pode causar riscos de segurança, tais como micro-choques, ou até fibrilação cardíaca.

- O monitor de vídeo, o módulo amplificador e o computador podem causar e/ou sofrer interferência eletromagnética. Portanto, é recomendável manter o sistema afastado de outros equipamentos sensíveis ou causadores de interferência eletromagnética.
- Não há inconveniência da utilização do sistema em aplicações cardíacas diretas.

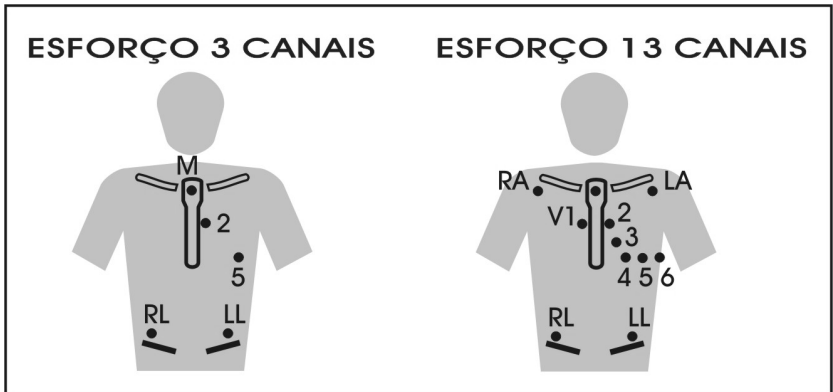
Colocação dos eletrodos no paciente

Colocação dos eletrodos para ECG de repouso



POSIÇÃO	COR
Braço direito (RA)	Vermelho
Braço esquerdo (LA)	Amarelo
Pé esquerdo (LL)	Verde
Pé direito (RL)	Preto
V1	Branco n°.1
V2	Branco n°.2
V3	Branco n°.3
V4	Branco n°.4
V5	Branco n°.5
V6	Branco n°.6

Colocação dos eletrodos para ECG de esforço



Preparação da Pele e Escolha dos Eletrodos

O ponto mais importante a enfatizar é a importância do contato elétrico da pele com o eletrodo para a obtenção de bons registros. A presença de artefatos e a oscilação da linha de base do ECG, na maior parte dos casos, podem ser atribuídas a uma aplicação inadequada dos eletrodos: se a pele não foi bem preparada e se os eletrodos não estão limpos e seguramente fixos, não será possível obter um traçado de valor diagnóstico.

Pode-se obter excelente contato do eletrodo com a pele removendo-se o óleo cutâneo com um solvente de gorduras, como por exemplo, a acetona ou o éter, e depois esfregando a pele com gaze cirúrgica ou uma esponja áspera, até obter uma condição de pele hiperemiada (vermelha). Tal manobra tem como objetivo a remoção da camada córnea da pele, que funciona como um isolante elétrico. Para se obter uma melhora adicional do contato, a área onde os eletrodos serão aplicados pode ser previamente escanhoada, inclusive em mulheres, para evitar a presença de pêlos.

Uma boa referência para a colocação e fixação dos eletrodos do ECG de esforço é a dos eletrodos de Holter: os cuidados devem ser os mesmos.

Qualidade dos Eletrodos

Além de outros fatores, a qualidade do ECG obtido durante o esforço depende diretamente da qualidade dos eletrodos utilizados. A TEB não aprova, absolutamente, o uso de eletrodos reutilizáveis e não pode garantir que o APEX1000 apresente resultados adequados com o seu uso.

Eletrodos puramente metálicos (mesmo os de prata) não são recomendados. Resultados razoáveis podem ser obtidos com eletrodos de prata-cloreto de prata. Os melhores resultados podem ser obtidos com eletrodos de carbono que aumentam muito a estabilidade da linha de base. O carbono, por não ser metal, não apresenta o efeito de “pilha elétrica” inerente ao contato metal-pele. É essa pilha elétrica a responsável pelas flutuações da linha de base.

Eletrodos

A TEB fornece junto com o Eletrocardiógrafo um conjunto de eletrodos permanentes para registros de ECG e monitorização de curta duração para pacientes em repouso.

Os eletrodos são do tipo “clip” para os membros e tipo “ventosa” para o tórax. Esses eletrodos são fornecidos pela TEB e possuem os seguintes registros na ANVISA:

- AC311 Eletrodo tipo “clip” CLAG0000 – Registro ANVISA 80164969002 – Fabricante SPES MEDICA S.R.L - ITÁLIA
- AC309 Eletrodo tipo “ventosa” SUAG0024 – Registro ANVISA 80164969002 – Fabricante SPES MEDICA S.R.L – ITÁLIA

Para monitorização e registros de ECG de longa duração, recomenda-se o uso de eletrodos descartáveis posicionados no tórax. Estes eletrodos devem ser supridos pelo usuário e devem possuir registro na ANVISA. O seguinte é adequado:

- Meditrace 200 Kendall - Reg. ANVISA: 10349000214



ATENÇÃO: Nunca use, no mesmo paciente, eletrodos de marcas ou modelos diferentes.

Alarme de Eletrodo Inoperante

O APEX1000 possui um alarme visual de estado de eletrodo inoperante. O sistema entra em alarme nas situações de eletrodo solto ou saturação dos amplificadores de captação de ECG, quando do restabelecimento de sobrecarga provocada por descarga de desfibrilador ou polarização de eletrodos.

Na tela de monitorização, aparecerá o aviso “VERIFICAR ELETRODOS”.

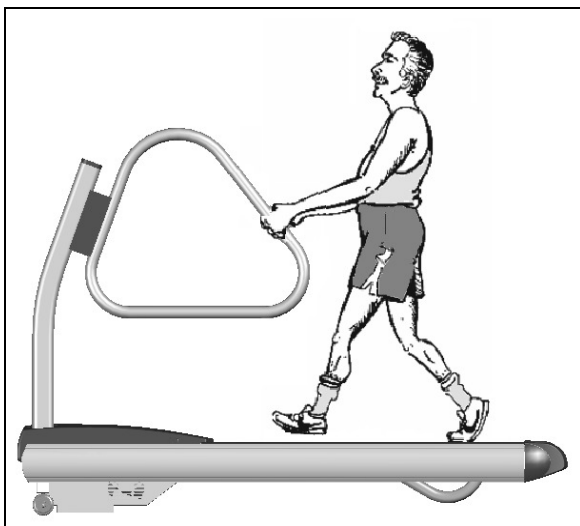
Algumas condições devem ser observadas quando da indicação de eletrodo inoperante:

Problema	Causa	Solução
Eletrodo Desconectado	O conector do cabo de paciente está solto ou mal conectado ao painel	Conecte corretamente o cabo
Eletrodo Solto	O eletrodo não está devidamente fixado no corpo do paciente	Proceda novamente a limpeza da pele e troque o eletrodo
Eletrodo Seco	A pasta condutora não está dando o contato necessário entre o eletrodo e o corpo do paciente	Proceda novamente a limpeza da pele e troque o eletrodo
Cabo de Paciente com Defeito	Há algum problema nos cabos condutores (fio partido, por exemplo)	Troque o cabo de paciente

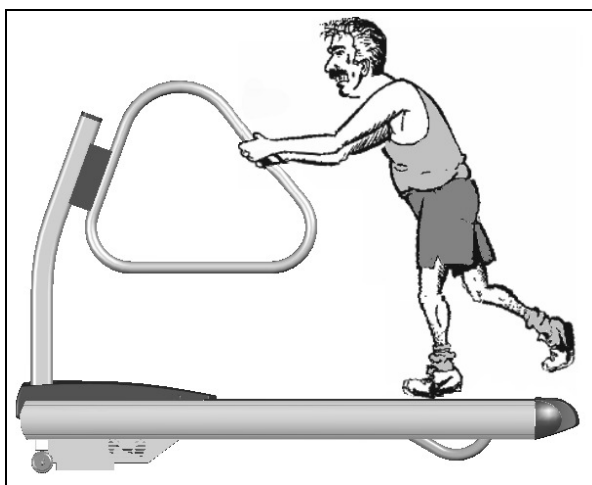
Postura do paciente na esteira

Durante o Teste Ergométrico em esteira, o paciente deve caminhar, ou eventualmente correr, em postura ereta, utilizando-se dos seguradores apenas como referência para equilíbrio, mas nunca apertando-os, tracionando-os ou empurrando-os.

Certo:



Errado:



A postura correta é fundamental para a qualidade do exame e todo o empenho deve ser utilizado em orientar e, se necessário, até mesmo treinar o paciente para que ele a observe.

A observância da forma correta de postura e uso dos seguradores atende a três aspectos importantes que passaremos a discutir.

Segurança

O risco de queda é inerente ao teste em esteira e por isso o paciente deve sempre utilizar-se dos seguradores. Mesmo em velocidades elevadas ele deve manter as mãos apoiadas nas barras laterais enquanto for possível. Só se deve concordar que um paciente corra sem apoiar as mãos se, indubitavelmente, ele possuir aptidão física e equilíbrio adequados.

Redução de Artefatos no ECG

Se o paciente mantiver os músculos dos braços e do tórax tensionados agindo sobre os seguradores, empurrando ou puxando, ou simplesmente apertando com força, haverá intensa interferência de origem muscular. Especialmente as derivações D1 e D2 podem ser totalmente comprometidas. Neste aspecto, a bicicleta apresenta uma vantagem sobre a Esteira.

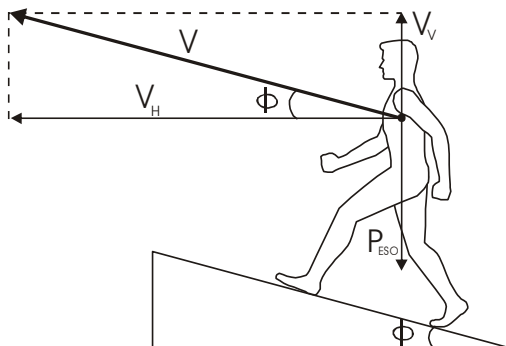
A Esteira Ergométrica TEB APEX200 possui barras laterais inclinadas que servem de apoio para o paciente com um mínimo de torção da musculatura dos braços. É muito importante que o paciente utilize estas barras e não a barra dianteira horizontal. Para apoiar-se na barra horizontal o paciente tem que tensionar músculos para torcer os braços para dentro.

Há esteiras de outras marcas que apenas possuem barras horizontais, dianteira e/ou laterais. Essas barras sempre provocarão alguma torção na musculatura dos braços. Nestes casos o responsável pela condução do teste, em função da observação da estatura e comportamento do paciente, deverá, caso a caso, avaliar qual a melhor forma de apoio. De maneira geral, a barra horizontal dianteira é a pior.

Precisão Ergométrica

Cada estágio dos diferentes protocolos, pressupõe que o paciente esteja realizando um determinado trabalho (no sentido da Física) ou dependendo uma certa Potência.

Esta potência é dada pelo produto da componente vertical da velocidade do paciente pelo seu peso (o Trabalho de uma Força é dado pelo produto de seu valor, pelo deslocamento na sua direção; já a Potência é o produto da Força pela Velocidade do ponto onde é aplicada, na sua direção).



Se o paciente estiver aplicando uma força nos seguradores, haverá um dispêndio adicional de potência que poderá invalidar o significado energético do estágio.

Consideremos, por exemplo, um paciente de 70 Kg, no segundo estágio de Bruce (1.12m/s - 6.84° ou 2.5 MPH - 12%), caminhando livremente sobre a esteira:

Componente vertical da velocidade: $V_v = V \times \text{sen } \Phi$

Potência despendida: $P_{ot} = V_v \times P_{eso}$

Usando os valores do segundo estágio do protocolo:

$$V = 2,5 MPH = 1,12 m / seg$$

$$\Phi = \text{arctg}(12 / 100) = 6,84^\circ$$

$$\text{sen } \Phi = 0,12$$

$$P_{eso} = 70 \text{ Kg}f = 686 \text{ N}^1$$

Temos:

$$P_{ot} = 1,12 \times 0,12 \times 686 = 91,34 \text{ Watts}$$

¹N é a abreviação da unidade de força Newton. 1 Kilograma-força é igual a 9,8 Newtons

Consideremos agora que o paciente aplique uma força de 5 Kgf “empurrando” os seguradores. A potência adicional envolvida pode ser calculada pelo produto dessa força pela velocidade de deslocamento da esteira:

$$P_a = 49 \times 1,12 = 54,76 \text{Watts}$$

ou seja, 60% a mais! (mais do que o terceiro estágio)

Note-se que a parcela de erro acima calculada refere-se apenas ao empurrar ou puxar. O erro energético causado por apertar os seguradores (“hand grip”) não é tão fácil de avaliar.

Há ainda uma forte objeção ao tipo de esforço executado ao empurrar, puxar ou apertar os seguradores: estes esforços são do tipo isométrico e provocam alterações fisiológicas substancialmente distintas do esforço dinâmico²³⁴.

Esses erros tendem a diminuir, porcentualmente, nos estágios elevados, de um lado porque o esforço total aumenta e, de outro lado porque é difícil exercer grande força nos seguradores, em velocidades elevadas. Entretanto é preciso haver consciência de que a sua ocorrência invalida totalmente os aspectos energéticos do exame.

²Ellestad, Myrvin H - Prova de Esforço, Cultura Médica, 2a. edição, pg. 111

³Duarte, Gilberto Marcondes - Ergometria Bases da Reabilitação Cardiovascular, Cultura Médica, pg. 18

⁴Wasserman, Karlman et al. - Principles of Exercise Testing and Interpretation, Lea & Febiger, 2a.edição, pg. 108.

5 Limpeza

O acidente mais comum que danifica equipamentos eletrônicos em ambientes hospitalares é a penetração de líquidos. Evite que isto ocorra: jamais manuseie medicamentos sobre os equipamentos

Procedimento para limpeza do Cabo de Paciente

O cabo de ligação dos eletrodos deve ser submetido à limpeza de qualquer resíduo biológico (sangue, mucos e tecidos) antes de submetê-los aos processos de desinfecção e/ou esterilização.

Sua limpeza deve ser feita com um pano levemente umedecido em álcool isopropílico 70% ou use um solvente de sangue apropriado para remover sangue e detritos. Ao limpar não utilize pressão excessiva. Evite também a flexão contínua dos cabos durante a utilização e limpeza, pois isto pode danificar os fios.



Os conectores não devem ser imersos em água ou qualquer tipo de solução. Após a limpeza, o cabo deve ser secado antes da reutilização ou armazenamento.



Os eletrodos descartáveis não devem ser reesterilizados ou reutilizados.

Desinfecção e esterilização

Para evitar danos, nenhuma parte ou acessório do equipamento deve ser submetido a qualquer procedimento de desinfecção ou esterilização (devem apenas ser limpos, de acordo com o procedimento de limpeza já descrito anteriormente).



A TEB não confirma a eficácia dos produtos químicos utilizados na desinfecção e/ou esterilização no controle de infecções.

Procedimento para limpeza do aparelho



ATENÇÃO: Antes de limpar o aparelho, desligue-o e retire seu plug da tomada.

Para limpar o aparelho use apenas um pano macio umedecido em uma solução de água com sabão neutro, tomando o cuidado de não molhar os conectores ou a parte interna dos Amplificadores.



ATENÇÃO: na limpeza, nunca utilize thinner, solventes ou produtos abrasivos.

6 Conservação e Manutenção

O APEX1000 requer os cuidados normais de conservação que devem ser tomados com equipamentos eletrônicos: não deve ser submetido a batidas, quedas, poeira excessiva, exposição prolongada ao sol, altas temperaturas, umidade ou penetração de líquidos.



O acidente mais comum que danifica equipamentos eletrônicos em ambientes hospitalares é a penetração de líquidos. Evite que isto ocorra: jamais manuseie medicamentos sobre os equipamentos.



Se algum líquido molhar acidentalmente o equipamento, o mesmo deve ser desligado, o plug de rede deve ser retirado da tomada e a assistência técnica deve ser solicitada imediatamente.

Como se deve fazer com qualquer ferramenta ou instrumento de trabalho convém verificar periodicamente se o equipamento está operando normalmente. Esta verificação deve ser realizada, pelo próprio usuário, através do “Teste Operacional do Usuário”, descrito abaixo. Recomendamos que a sua periodicidade seja diária.

O procedimento de Manutenção Preventiva deve ser realizado anualmente por um técnico autorizado pela TEB.

Se houver qualquer desconfiança de que o aparelho apresenta um problema, ou alguma parte exiba sinais de desgaste ou mau estado, a assistência técnica da TEB deve ser chamada imediatamente.

Teste Operacional do Usuário

Teste para antes do uso

Recomenda-se fazer o seguinte teste, para verificar o funcionamento do sistema e cabo do paciente, diariamente, antes de seu primeiro uso:

1. Conecte o cabo de paciente no respectivo conector.
2. Ligue todas as garras umas às outras.
3. Certifique-se de que o software do APEX1000 esteja devidamente instalado no computador.
4. Inicie uma monitorização (pelo software), desligue os filtros e observe a tela: o traçado de todas as derivações deve ser uma linha reta, praticamente sem ruído.

5. Faça uma impressão do traçado.
6. Seguindo-se estes passos, se os traçados apresentam-se sem ruído apreciável, e o registro foi impresso corretamente, existe uma razoável certeza de que o equipamento está pronto para o uso.

Teste para após o uso

Como medida de conservação, após cada utilização do equipamento, proceda da seguinte maneira:

1. Desligue o Windows e em seguida a chave geral
2. Retire os cabos utilizados e limpe-os de restos de pasta condutora e outros resíduos.
3. Inspeção os cabos de paciente, procurando quaisquer sinais de falha de isolamento, amassamento do conector ou danos aos fios. Se houver alguma constatação ou suspeita de falha, retire o cabo do uso enviando-o para manutenção.
4. Limpe o aparelho com um pano umedecido em água e sabão neutro. Não esfregue com força e nunca use álcool, benzina ou qualquer outro solvente.



Se for observado qualquer sinal de desgaste ou dano nos acessórios, estes devem ser substituídos imediatamente.

Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva deve ser realizada anualmente, e deve ser executada pela TEB. Sempre que necessário, podem ser solicitadas (sempre à TEB) manutenções corretivas.

A experiência mostra que muitas suspeitas de defeitos são efetivamente procedimentos indevidos de uso e que um contato direto do usuário com a fábrica pode impedir muitas retiradas inúteis de equipamentos em bom funcionamento. Portanto, recomenda-se sempre um contato com a TEB antes da remessa de um equipamento para reparos.

A TEB executa reparos e fornece acessórios de reposição diretamente aos usuários, a baixo custo, por isso a bem do correto desempenho do equipamento, não se deve hesitar em remeter qualquer acessório para reparos ou substituição ao menor sinal de dano.

A TEB oferece também planos de manutenção corretiva ou preventiva, sempre com objetivo principal de manter os equipamentos em bom e ininterrupto funcionamento.

Para o esclarecimento de quaisquer dúvidas adicionais, entre em contato com a assistência técnica da TEB.

Proteção Ambiental

O APEX1000 e suas partes originais utilizam, em sua fabricação, elementos perigosos ao meio ambiente, como metais pesados e substâncias tóxicas. Adicionalmente, os materiais utilizados não são biodegradáveis, e a sua eliminação sem cuidados será prejudicial ao meio ambiente.

A eliminação de equipamentos originais do sistema ou do sistema completo, ao final de sua vida útil, deverá seguir a política de proteção ambiental do hospital ou entidade proprietária ou, na ausência desta política, os elementos descartados deverão ser enviados de volta à fábrica.

Acessórios, eletrodos e outros materiais utilizados em conjunto com o sistema, mas não fabricados pela TEB, deverão ser eliminados de acordo com a recomendação de seus fabricantes.

7 Acessórios

Os acessórios básicos, fornecidos com o APEX1000 são:

Quant.	Item	Código
1	Módulo Amplificador de ECG	AC264
1	Cabo de conexão USB	AC258
1	Cabo de paciente para ECG de repouso	AC176
1	Cabo de paciente para ECG de esforço – 3 Derivações	AC177
1	Cabo de paciente para ECG de esforço – 13 Derivações	AC178
1	Suporte para módulo amplificador	PM1016
1	Eletrodo descartável Meditrace 200 Kendall - Reg. ANVISA: 10349000214 (Emb. c/ 100un.)	AC275
6	Eletrodos precordiais tipo ventosa - SUAG0024 - Registro ANVISA 80164969002	AC309
1	Jogo de eletrodos de membro tipo "clip" (4 unid.) - CLAG0000 - Registro ANVISA 80164969002	AC311
1	Fio terra (4m)	AC007
1	Manual do Usuário de Fundamentos e Instalação do Sistema de Monitorização e Análise de Teste Ergométrico TEB APEX1000	IM108
1	Manual do Usuário de Operação do Programa TEB APEX1000	IM119
1	Mouse Pad	AC139
1	CD de instalação do Programa TEB APEX1000	- -



ATENÇÃO: Não utilize acessórios que não tenham sido fornecidos com o equipamento ou que não estejam indicados neste manual.

8 Especificações Técnicas

Fabricante

- TEB - Tecnologia Eletrônica Brasileira Ltda. (Todos os direitos reservados).

Equipamento

- Nome Técnico: Aparelho para Ergometria
- Nome Comercial: Sistema de Monitorização e Análise de Teste Ergométrico.
- Modelo Comercial: TEB APEX1000

Classificação

- Quanto ao tipo de proteção contra choque elétrico: Equipamento de Classe I.
- Quanto ao grau de proteção contra choque elétrico: Parte Aplicada de tipo CF.
- Quanto à proteção contra penetração de líquidos: Equipamento comum (sem proteção).
- Métodos de esterilização e / ou desinfecção: descritos no capítulo 5.
- Equipamento não adequado ao uso na presença de mistura anestésica inflamável com o ar.
- Equipamento adequado para operação em modo contínuo.
- Equipamento adequado para aplicações cardíacas diretas.

Principais normas de segurança atendidas

- NBR IEC 60601-1
- NBR IEC 60601-1-1
- NBR IEC 60601-1-2
- NBR IEC 60601-2-27
- NBR IEC 60601-1-4

Partes do equipamento

Parte não médica

- Computador.
- Monitores de vídeo.



ATENÇÃO: A parte não médica do sistema deve ter sua área de utilização fora do ambiente do paciente, ou seja, a uma distância de 1,5m do paciente.



Como a maioria dos equipamentos de informática, o computador pode causar interferência eletromagnética, que pode ser observada em equipamentos de recepção de sinais de rádio. Os monitores de vídeo podem causar e/ou sofrer interferência eletromagnética. Portanto, é recomendável manter o sistema afastado de outros equipamentos sensíveis ou causadores de interferência eletromagnética.

Partes médicas

- Amplificador de ECG.

Partes protegidas contra descarga de Desfibrilador

- Cabos e entradas de ECG no amplificador.



Atenção: Na utilização do desfibrilador evite posicionar as pás de aplicação diretamente sobre os eletrodos de ECG.

Apresentação das medidas e traçados

- Derivações: Até 13 derivações simultâneas de ECG.
- Velocidades de Monitorização e Impressão: 25 ou 50 mm/s.
- Sistema de Monitorização: Monitor de Vídeo padrão Super-VGA, ligado ao Computador de Controle.
- Sistema de Registro: Impressora gráfica a jato de tinta ou laser, em papel formato A4 (210X297 mm).

Entradas e processamento de sinais

- Entradas de Eletrodos: Circuito isolado com corrente de fuga menor que 10 μ A e cabo de paciente com proteção contra descarga de desfibrilador.
- Impedância de Entrada: Maior que 10 MOhms
- Resposta em Frequência: 0,05 Hz a 100 Hz dentro de +/- 3 dB
- Rejeição do Modo Comum: Maior que 100 dB
- Sensibilidade: 0.5, 1 e 2 cm/mV
- Filtros:
 - Rede: 60Hz: >20dB
 - Tremor Muscular: 3dB em 33Hz
 - Linha de Base: 3dB em 1Hz

Seleção de modo, controles e ajustes

- Todos os controles são feitos pelo programa de monitorização (através do teclado ou mouse do computador).

Alarmes

- Alarme visual de Eletrodo Inoperante, frequência submáxima e frequência máxima.

Alimentação

Características de Entrada:

- Rede elétrica 110Vac ou 220Vac dentro das seguintes faixas:
100 a 130Vac, para seleção em 110Vac
198 a 240Vac, para seleção em 220Vac
- Frequência: 50/60Hz
- Potência de Entrada (Consumo): 300VA (típica); 650VA (máxima).

Características de Saída para Informática:

- Tensão: 100 a 130Vac
- Frequência: 50/60Hz
- Potência: 300VA (típica); 650VA (máxima).



ATENÇÃO: Estas saídas são protegidas por fusíveis na régua de alimentação.

Características de Saída para Esteira:

- Tensão:
100 a 130Vac, para seleção em 110Vac
198 a 240Vac, para seleção em 220Vac
- Frequência: 50/60Hz
- Potência: 500VA (típica); 1100 VA (máxima)



Esta saída é de uso exclusivo para alimentação da esteira, não é protegida pelos fusíveis da régua e tem a mesma tensão da rede elétrica independente da chave seletora.



Não utilizar outro tipo de fonte que não a fornecida com o aparelho.

Fusíveis

- Os fusíveis utilizados devem ser do tipo T (ação retardada), de dimensões 20x5mm, com os seguintes valores:
2,5A x 250V para seleção em 110Vac
1,25A x 250V para seleção em 220Vac



Atenção: Quando da mudança da chave seletora de tensão para 110 ou 220Vac os dois fusíveis de rede devem ser substituídos.

Condições ambientais de operação

- Temperatura: 10 °C a 40 °C
- Umidade Relativa: 30% a 75%
- Pressão Atmosférica: 525 mmHg a 795 mmHg

Condições de transporte e armazenamento

O APEX1000 deve ser armazenado em local protegido contra umidade e calor excessivos. Dê preferência à sua própria embalagem, na posição indicada por esta. Evite colocar outros objetos sobre sua embalagem ou colocá-lo sob outros materiais, principalmente pontiagudos.

No transporte, também devem ser observados os cuidados acima. Para transporte de longa distância, é recomendável envolver a embalagem em um engradado de madeira.

As condições ambientais deverão permanecer dentro dos seguintes limites:

- Temperatura: 10 °C a 50 °C
- Umidade Relativa: 20% a 85% (sem condensação).
- Pressão Atmosférica: 500 mmHg a 800 mmHg

Dimensões e Peso

- 70 x 62 x 55 cm (L x A x P)
- 86 Kg (com embalagem)

Nota sobre Bio-Compatibilidade

Os cabos de paciente (dos eletrodos de ECG) podem entrar em contato com o paciente. Cada um deles é classificado pela norma ISO10993-1 como um dispositivo, quanto à sua natureza, como de contato superficial com a pele, e quanto à sua duração, como de contato limitado. A TEB atesta que, segundo sua experiência, os materiais empregados em sua fabricação obedecem aos critérios de Citotoxicidade, Sensibilização, Irritabilidade e Reatividade Intracutânea, prescritas na referida norma.

Observação final

A TEB está continuamente aperfeiçoando seus produtos, de modo que as especificações acima são válidas na data de revisão deste manual, e estão sujeitas a alterações futuras.

9 Termo de Garantia

A TEB - Tecnologia Eletrônica Brasileira Ltda. - assegura ao proprietário do Sistema de Monitorização e Análise de Teste Ergométrico TEB APEX1000 garantia contra qualquer defeito de material ou de fabricação que nele se apresentar no prazo de doze meses, contados da data de aquisição pelo primeiro adquirente.

A responsabilidade da garantia é restrita ao conserto ou substituição de peças defeituosas e reparos de fabricação e ajustes que se façam necessários para que o aparelho opere dentro de suas especificações.

A TEB obriga-se a prestar os serviços acima referidos somente se o aparelho for posto em sua sede, a Av. Diederichsen, 1057 - Vila Guarani - SP, com despesas e riscos de transporte e embalagem por conta do proprietário.

Estão excluídos desta garantia os cabos de eletrodos, eletrodos, cabos de força, fio terra e outros cabos eventualmente fornecidos quando apresentarem defeitos por desgaste natural. Esta garantia será nula se o aparelho, a critério da TEB, tiver sofrido dano por acidente, queda, ou ainda apresentar sinais de ajustes ou tentativa de reparação por pessoas não autorizadas.

Qualquer alteração ou extensão da garantia, além das estritas condições deste termo, só serão válidas quando assumidas, por escrito, diretamente pela TEB.

A1 Fórmulas Utilizadas nos Cálculos Automáticos

Além das fontes de referência citadas adiante, os cálculos automáticos foram extraídos das seguintes bibliografias:

* ARAUJO, WASHINGTON B. DE: Ergometria e Cardiologia Desportiva. MEDSI, 1986.

* DUARTE, GILBERTO M.: Bases da Reabilitação Cardiovascular.

* ELLESTAD, MYRVIN H.: Stress Testing: Principles and Practice. Quarta edição.

Cálculo de VO2max

Existem duas maneiras usuais de expressar a taxa de consumo máximo de oxigênio por unidade de massa corporal do paciente, ou VO2max: em ml/(kg.min), ou em METs (também chamado de “equivalentes metabólicos”).

Por definição, para obter o valor em METs, deve-se dividir o valor em ml/(kg.min) por 3,5.

Para o cálculo do VO2max utilizamos fórmulas diferentes para cada uma de quatro situações:

Teste Ergométrico feito em Bicicleta

$$\text{VO2max} = (12 \times \text{carga em watts} + 300) / \text{peso em kg}$$

Com o resultado em ml/(kg.min)

Ref. bibl. * LEA & FEBIGER: Guidelines for Exercise Testing and Prescription. American College of Sports Medicine (ACSM). 1980.

Teste Ergométrico em Esteira, utilizando o Protocolo de Bruce

VO₂max:

= 2.33 x min + 9.48 (cardiopatas)

= 3.29 x min + 4.07 (sedentários)

= 3.78 x min + 0.19 (ativos)

= 3.36 x min + 1.06 (mulheres)

Com o resultado em ml/(kg.min).

A opção entre cardiopatas, sedentários ou ativos é feita na tela anterior à de apresentação dos resultados do teste ergométrico.

ref. bibl. * BRUCE E COLS.: American Heart Journal, Vol.85, page 546. 1973.

Teste Ergométrico em Esteira, utilizando o Protocolo Rampa2

Para caminhada, com $V \leq 6.0$ km/h:

$$VO_2\text{max} = 3.5 + 0.1 \times V + 1.8 \times V \times I$$

Para corrida, com $V \geq 8.0$ km/h:

$$VO_2\text{max} = 3.5 + 0.2 \times V + 0.9 \times V \times I$$

Com o resultado em ml/(kg.min).

Onde:

V - Velocidade máxima atingida em m/min

I - Inclinação máxima, sem unidades (tangente do ângulo da esteira em relação à horizontal).

Obs: Para o cálculo de VO₂max, o programa realiza a conversão da unidade da velocidade de km/h para m/min.

Ref. bibl. * American College of Sports Medicine. Cálculos metabólicos. In: Manual para o teste de Esforço e Prescrição do Exercício. 5ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2000. P. 237-250.

Teste Ergométrico em Esteira, utilizando outros Protocolos

Nesse caso o programa usa a EQUAÇÃO de BALKE, que pode ser utilizada para qualquer protocolo em esteira, inclusive o de Ellestad.

$$VO_{2max} = V \times (0.073 + I/100) \times 1.8$$

Com o resultado em ml/(kg.min)

Onde:

V = velocidade da esteira em m/min

I = ângulo de inclinação em porcentagem

Ref. bibl. * BALKE, B.: An Experimental Study of Physical Fitness of Air Force Personnel. U.S. Armed Forces Med. J., 10:675. 1959.

MV02

$$MVO_2 = DP \times 0.0014 - 6.3 \text{ ml} / (100gVE.min)$$

Ref. bibl. * HELLERSTEIN, H. K. E COLS.: Principles of Exercise Prescription for Normal and Cardiac Subjects.

Ref. bibl. * Arlie House. Conference Center Arlie. Virginia, 1972.

Débito Cardíaco

Para o cálculo de débito cardíaco (em l/min) são utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\begin{aligned} &= 5,31 + 4.6 \times VO_{2max} \text{ (sadios)} \\ &= 3.1 + 5.9 \times VO_{2max} \text{ (cardiopatas)} \\ &= 4.72 + 4.07 \times VO_{2max} \text{ (mulheres)} \end{aligned}$$

Valores normais: >13 l/min para homens
 >10 l/min para mulheres

Ref. bibl. * HOSSACK E COLS.: The American Journal of Cardiology: Vol.46, page 204 .1980. Vol.47, page 1080. 1981.

Os trabalhos apresentados nesses dois artigos foram realizados em esteira com o Protocolo de BRUCE.

Grupo Funcional

Número de METs	Classificação Funcional
7 ou mais	I
De 5 a 6.9	II
De 1.6 a 4.9	III
Menos de 1.6	IV

Essa tabela foi elaborada com base na tabela publicada por:

* FOX, S.M.; NAUGHTON, J.P.; HASKELL, W.L.: Physical activity and prevention of coronary heart disease. *Ann. Clin. Res.*3:404-32, 1971

Aptidão Cardiorrespiratória

Para mulheres

Idade	Muito Baixa	Baixa	Regular	Boa	Excelente
20-29	menos de 24	24-30	31-37	38-48	49 ou mais
30-39	menos de 20	20-27	28-33	34-44	45 ou mais
40-49	menos de 17	17-23	24-30	31-41	42 ou mais
50-59	menos de 15	15-20	21-27	28-37	38 ou mais
60-69	menos de 13	13-17	18-23	24-34	35 ou mais

Para homens

Idade	Muito Baixa	Baixa	Regular	Boa	Excelente
20-29	menos de 25	25-33	34-42	43-52	53 ou mais
30-39	menos de 23	23-30	31-38	39-48	49 ou mais
40-49	menos de 20	20-26	27-35	36-44	45 ou mais
50-59	menos de 18	18-24	25-33	34-42	43 ou mais
60-69	menos de 16	16-22	23-30	31-40	41 ou mais

Ref. bibl. * AMERICAN HEARTH ASSOCIATION. Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals - A Handbook for Physicians, 1972.

Ref. bibl. * AMERICAN HEARTH ASSOCIATION. Exercise Testing and Training of Individuals with Hearth Disease or at High Risk - A Handbook for Physicians, 1975

Duplo Produto

$$DP = PS_{\max} (\text{esforço}) \times F.C$$

Déficit Cronotrópico

$$(FC_{\max \text{ prev}} - FC \text{ alcançada}) \times 100 / FC_{\max \text{ prev}}$$

O valor da $FC_{\max \text{ prev}}$ é dado pela fórmula:

$$FC_{\max \text{ prev}} = 220 - \text{idade}$$

Déficit Funcional do VE

$$DP_{\max \text{ prev}} - DP \text{ alcançada}) \times 100 / DP_{\max \text{ prev}}$$

O valor $DP_{\max \text{ prev}}$ utilizado na fórmula anterior é dado por:

$$DP_{\max \text{ prev}} = 36000 - 54 \times \text{idade}$$

Variação da PA

$$(PS \text{ max (esforço)} - PS \text{ (pré esforço)}) / \text{número METs}$$

Déficit Aeróbico Funcional (FAI)

$$FAI = \frac{(VO2 \text{ max previsto} - VO2 \text{ max obtido}) \times 100}{VO2 \text{ max previsto}}$$

O $VO2 \text{ max}$: previsto pode ser obtido a partir das seguintes equações de regressão:

Homens Ativos	$VO2 \text{ max} = 69,7 - 0,6142 \times \text{idade}$
Homens Sedentários	$VO2 \text{ max} = 57,8 - 0,445 \times \text{idade}$
Mulheres Ativas	$VO2 \text{ max} = 44,4 - 0,343 \times \text{idade}$
Mulheres Sedentárias	$VO2 \text{ max} = 41,2 - 0,343 \times \text{idade}$

Ref. bibl. * Duarte, Gilberto Marcondes - Ergometria, Bases da Reabilitação Cardiovascular - 1. Reimpressão, 1988, página 59.

O VO₂max previsto para RAMP A2:

Homens	VO ₂ max = 1.11 x (60 - 0.55 x idade)
Mulheres	VO ₂ max = 1.11 x (48 - 0.37 x idade)

Ref. bibl.

Froelicher V. F., Myers J., Follansbee W. P., labovitz A. J. Exercícios e o Coração. 3 Ed.: Revinter; 1998. Pág. 47.

Wasserman K., Hansen J.E., Sue D. Y., Whipp B. J., Casaburi R.: Principles of Exercise Testing and Interpretation. 2 Ed.: Lea & Febiger; 1994. Pág. 113

Déficit Aeróbico do Miocárdio (MAI)

$$\text{MAI} = ((\text{MVO}_2 \text{ previsto} - \text{MVO}_2 \text{ alcançado}) / \text{MVO}_2 \text{ previsto}) \times 100$$

Onde:

$$\text{MVO}_2 \text{ previsto} = 364 - (\text{idade}) \times 0,58$$

Ref. bibl. * ARAUJO, WASHINGTON B. DE: Ergometria e Cardiologia Desportiva. MEDSI, 1986, página 169.

Escores

Os escores são valores obtidos através de combinação de parâmetros de vários tipos obtidos durante o teste ergométrico, visando auxiliar na avaliação de risco e necessidade de outros exames.

Os escores obtidos em testes ergométricos são classificados em: escores diagnósticos e escores prognósticos.

São disponibilizados nos resultados do teste ergométrico os cálculos de dois dos escores prognósticos mais conhecidos: o escore de Duke e o escore de Veterans Affairs (VA), assim como também o escore diagnóstico de Raxwal.

Escore de Duke

O escore de Duke é calculado pela seguinte fórmula:

$$SD = \text{TBruce ou eq. (minutos)} - 5 \times \text{STesf. (mm)} - 4 \times \text{Angina}$$

Sendo:

- TBruce ou eq.: tempo em minutos do protocolo de Bruce ou equivalente, convertendo VO₂máx em tempo através das fórmulas, para outros protocolos.
- STesf.: infradesnívelamento ST no esforço máximo em mm.
- Angina no esforço: Ausente=0, Presente=1, Limitante(causa da parada do teste)=2.

Ref. bibl. *Mark D, Hlatky M, Harrell F, Lee K, Califf R, Pryor D. Exercise treadmill score for predicting prognosis in coronary artery disease. Ann Int Med 1987; 106: 793–800.

Escore do VA

O escore do VA é calculado pela seguinte fórmula:

$$SVA = 5 \times \text{HICC/Digoxina} + \text{STesf. (mm)} + \text{Escore de Alteração de PS - METs}$$

sendo:

- HICC/Digoxina: História de Insuficiência Cardíaca Congestiva ou Uso de Digoxina.
- STesf.: infradesnívelamento ST no esforço máximo em mm.
- Escore de Alteração de PS: baseado na diferença entre a Pressão máxima no esforço e a Pressão no pré-esforço.

$P_{\text{max-esforço}} - P_{\text{pre-esforço}}$	Pressão (mmHg)
0	Se for maior que 40
1	Se for maior que 30 e menor que 40
2	Se for maior que 20 e menor que 30
3	Se for maior que 10 e menor que 20
4	Se for maior ou igual a 0 e menor ou igual a 10
5	Se for menor que 0

- METs: Equivalentes Metabólicos.

Ref. bibl. Morrow K, Morris CK, Froelicher VF, et al. Prediction of cardiovascular death in men undergoing noninvasive evaluation for coronary artery disease. Ann Intern Med 1993; 118:689-95.

Escore de Raxwal

O escore de Raxwal para homens é calculado pela seguinte fórmula:

$$SR = 6 \times \text{cód. Fcmáx} + 5 \times \text{cód. ST} + 4 \times \text{cód. Idade} + \text{cód História de Angina} + \text{cód. Hipercolesterolemia} + \text{cód. Diabetes} + \text{cód Angina no esforço}$$

sendo:

Cód. Fcmáx	BPM (batimentos por minuto)
5	Se for menos que 100
4	Se for maior ou igual a 100 e menor que 130
3	Se for maior ou igual a 130 e menor que 160
2	Se for maior ou igual a 160 e menor que 190
1	Se for maior ou igual a 190 e menor ou igual a 220
0	Se for maior que 220

Cód. ST	ST máx. No esforço
5	Se for menor que -2 mm
3	Se for maior ou igual a -2mm e menor ou igual a -1mm
0	Se for maior que -1mm

Cód. idade	idade
5	Se for maior que 55 anos
3	Se for menor ou igual a 55 anos e maior igual a 40 anos
0	Se for menor que 40 anos

- cód História de Angina: = 5 se Típica (Definida); = 3 se Atípica (Provável), e = 1 se Não Cardíaca.
- cód. Hipercolesterolemia: Sim = 5 e Não = 0.
- cód. Diabetes: Sim = 5 e Não = 0.
- cód Angina no esforço: Ausente=0; Presente=3; Limitante (causa da parada do teste) = 5.

O escore de Raxwal não teve bom resultado em mulheres, sendo desenvolvido por Morise um escore específico com a seguinte fórmula:

$$SR = 4 \times \text{cód. FCmáx} + 2 \times \text{cód. ST} + 5 \times \text{cód. Idade} + 2 \times \text{cód. História de Angina} + 2 \times \text{cód. Fumo} + 2 \times \text{cód. Diabetes} + 3 \times \text{cód. Angina no esforço} + \text{cód. Estrógeno}$$

Onde (no que difere do anterior):

- Cód. Idade: = 5 se > 65 anos; = 3 se <= 65 e >= 50, e = 0 se < 50 anos.
- Cód. Fumo: Sim = 5 e Não = 0.
- Cód. Estrógeno: = -5 se Positivo e = 5 se Negativo.

Ref. bibl.

RAXWAL V., K. SHETLER, A. MORISE, D. DO, J. MYERS, J. E.ATWOOD, and V. FROELICHER. Simple treadmill score to diagnose coronary disease. *Chest* 119:1933–1940, 2001.

V. FROELICHER, K. SHETLER, and E. ASHLEY. Better Decisions Through Science: Exercise Testing Scores. *Current Problems in Cardiology* Vol. 28 Number 11 Nov. 2003: pages 587-620.

A2 Qualidade da Digitalização do ECG

Os sistemas digitais, como o APEX1000, para processarem sinais contínuos ou analógicos, como o ECG, exigem que estes sejam divididos em amostras, representadas por números. Este processo chama-se digitalização.

Da qualidade da digitalização, depende a qualidade do que o restante do sistema é capaz de apresentar. A grosso modo, essa qualidade será tanto maior quanto maior o número de amostras em que o sinal original for dividido.

Mas essa divisão não pode ser levada a grandes extremos. Um número excessivo de amostras pode tornar o sistema incapaz de realizar o processamento no tempo necessário. Neste aspecto o processamento necessário para a monitorização de ECG é extremamente exigente, pois deve ser feito estritamente em tempo real.

A qualidade da digitalização de um sinal é principalmente definida por três números importantes: a taxa de amostragem, a resolução e a faixa dinâmica.

As considerações e valores apresentados a seguir demonstram que, no APEX1000, esses números são mais que suficientes para garantir a alta qualidade que o sistema se propõe a oferecer.

Taxa de Amostragem

A taxa de amostragem indica quantas vezes por segundo o sinal está sendo transformado em números. A principal influência da taxa de amostragem é na capacidade da representação das variações rápidas do sinal, por exemplo, espículas de marcapasso e ondas R.

Há um importante teorema na teoria da amostragem que prova que, para que as amostras possam representar adequadamente as variações rápidas de um sinal, a taxa de amostragem deve ser duas vezes mais rápida.

No caso do ECG as variações mais rápidas que devem ser representadas para qualidade de diagnóstico correspondem à frequência de 100Hz. Portanto, estritamente de acordo com a teoria, a taxa mínima de amostragem seria de 200Hz.

No APEX1000 a taxa de amostragem do hardware, visando aplicações futuras, é de 1200Hz por canal. As versões atuais do software processam 600 amostras/s por canal.

Resolução

Apesar de menos citada como índice de qualidade da digitalização, a resolução é um número que tem a mesma importância: ela é o número que mede a menor variação de sinal que o sistema é capaz de representar. Em outras palavras indica com que precisão cada amostra é transformada em número. Cada valor, a partir de zero, acrescido de um número inteiro de variações iguais ao valor da resolução, chama-se nível de quantização.

A maior influência do valor da resolução está na capacidade da reprodução de sinais de pequena amplitude, como as ondas P e os desnivelamentos ST. Existem normas aceitas internacionalmente que determinam que eletrocardiógrafos de diagnóstico sejam capazes de reproduzir sinais tão pequenos como 50 μV (ou a vigésima parte de 1mV).

No APEX1000 a resolução da digitalização é de 1,34 μV .

Faixa Dinâmica

Quase nunca citado, mas ainda com a mesma importância, é o número que mede a faixa dinâmica do sistema. Este número é, simplesmente, o valor do maior sinal que o sistema é capaz de representar, antes da ocorrência de distorções ou saturações. No caso do ECG de esforço, onde ocorrem variações de linha de base que podem ser até maiores que o próprio sinal, um valor suficiente de faixa dinâmica é primordial.

A faixa dinâmica no APEX1000 é de 22 mV.

Número de Bits

Embora não seja de grande significado isoladamente, é comum citar-se o número de bits do conversor analógico digital que faz parte do hardware da digitalização. Esse valor indica quantas casas possui o número, em sistema binário, gerado para representar cada amostra.

O maior valor que pode ser representado por esse número binário corresponde ao número de níveis de quantização em que a faixa dinâmica foi dividida.

O conversor analógico do APEX1000 é de 14 bits. Isto significa que a faixa dinâmica de 22mV é dividida, na digitalização, em 16.384^5 níveis de quantização, espaçados pela resolução de $1,34\mu V^6$.

⁵ $16.384 = 2^{14}$ é o maior número de níveis que pode ser representado por um número binário de 14 bits.

⁶ A faixa dinâmica, dividida pelo número de níveis de quantização é igual à resolução.

A3 O Batimento Médio

No passado, antes da sofisticação dos modernos sistemas assistidos por computador, a técnica da medida do desnivelamento era manual, com régua, e incluía obrigatoriamente a medida em alguns batimentos. A razão óbvia desta multiplicidade de medidas era a de impedir que artefatos ou instabilidades ocasionais prejudicassem o resultado.

Nos sistemas modernos, com o mesmo objetivo de cancelar o efeito de artefatos e instabilidades, um batimento médio é construído com a média de vários batimentos do tempo real e apresentado, em separado, para medidas manuais ou automáticas.

Existem diferentes processos de construção do batimento médio, de acordo com a capacidade de processamento de cada sistema.

Cálculo do Batimento Médio

No APEX1000 a construção do batimento médio consiste de 4 etapas, descritas a seguir.

Primeira etapa: identificação de batimentos

Nesta etapa o sinal do ECG é submetido a um filtro digital, do tipo “passa banda”, que atenua as formas de onda que não se assemelhem a um complexo QRS normal. O sinal resultante é submetido a um comparador de amplitude: será considerado como ocorrência de um novo batimento um sinal que ultrapassar a amplitude de metade da média dos últimos complexos observados.

Segunda etapa: exclusão de batimentos inválidos

Para excluir artefatos ou extra-sístoles, são feitas a seguir medidas da largura do suposto QRS e da sua posição relativa no intervalo RR correspondente à frequência média corrente. São desprezados os complexos com largura menor que 20ms, maior que 80ms ou que estejam mais que $\pm 25\%$ deslocados de sua posição ideal no intervalo RR.

Se o batimento ocorreu dentro da tolerância de tempo, o sistema mede a largura da onda que ocasionou a detecção do batimento (usualmente, a onda R). Caso esta onda tenha menos de 6,5ms ou mais de 40ms, este “batimento” é rejeitado.

Terceira etapa: determinação do ponto de alinhamento

Nesta etapa é determinado o ponto de alinhamento pelo pico da maior onda do QRS (normalmente, a onda R).

Quarta etapa: cálculo da média

Para cada novo batimento que é aceito e que tem o seu ponto de alinhamento determinado, um novo batimento médio é calculado. As coordenadas dos pontos que constituem o novo batimento médio são as médias ponderadas das coordenadas existentes com as do batimento recém adquirido.

Conclusão

No APEX1000, todo esse processo digital é executado por um processador DSP de alta velocidade, especializado em tratamento digital de sinais, e não pelo computador principal. Isto permite que os batimentos médios de todas as derivações possam ser todos calculados e visualizados a cada novo complexo, simultaneamente com monitorização do tempo real e com qualquer outra tarefa que o sistema seja solicitado a executar.

Apesar dos cuidados tomados, podem ocorrer situações em que artefatos ou arritmias severas “contaminem” o batimento médio, distorcendo-o. Para evitar que esta situação impeça a medida do desnivelamento ou provoque a medida errada, o APEX1000 possui regras rígidas de apresentação e impressão dos sinais. Estas providências estão descritas no apêndice: “Apresentação Ética dos Resultados”.

A4 Apresentação Ética de Resultados

O batimento médio e as medidas automáticas representam um grande auxílio prático na realização de testes ergométricos. Entretanto, se os critérios para a localização do ponto J não forem adequados a cada paciente, ou convenientemente ajustados com o aumento da frequência, os números obtidos poderão estar errados.

Mesmo que o operador tenha tido o cuidado de proceder aos ajustes durante o exame, é possível que, em algumas circunstâncias, outro profissional atribuisse posições ligeiramente diferentes para os pontos que determinam as medidas.

Para permitir que o resultado das medidas possa ser conferido após o exame, a qualquer tempo e por qualquer profissional, o APEX1000 apresenta os batimentos médios e as medidas com os seguintes cuidados:

- Os pontos que o sistema utilizou para as medidas estão claramente marcados, tanto na tela como no papel.
- Os batimentos médios nunca são apresentados isoladamente, na tela ou no papel. Cada um é sempre apresentado com o trecho mais recente dos batimentos do tempo real que lhe deram origem.
- Se o exame estiver sendo revisto na tela, o médico pode efetuar medidas sobre os batimentos de tempo real com o uso de cursores de alta precisão, de acordo com seus próprios critérios.
- Se o exame estiver sendo revisto no papel, qualquer medida manual que se queira fazer será feita com muita exatidão. As características de precisão gráfica do registro do APEX1000 excedem muito, em qualidade, os padrões mínimos para eletrocardiógrafos.⁷

⁷As características em questão são linearidade, histerese, espessura do traço e as precisões de amplitude, velocidade e do reticulado.

A5 Precauções ao instalar outros Programas

Muito cuidado com vírus! Instale sempre softwares originais de origem insuspeita. Se o uso dos novos programas implicar em troca constante de arquivos com outros computadores, seria conveniente adquirir um bom e recente software antivírus.

Certifique-se também de estar com o disco de reinstalação do programa da ergometria disponível. Estas providências garantirão que, se der algo errado, será possível voltar a operar o equipamento enquanto se busca uma solução.

Não altere o set up da BIOS. A maioria dos programas não requer que isto seja feito. Se por acaso for necessário, informe a TEB ou seus representantes sobre as mudanças necessárias para análise da viabilidade.

Verifique se há espaço disponível no disco rígido. O APEX1000 necessita de pelo menos 30 Mbytes livres para salvar exames e 5 Mbytes para executar o programa.

Existem programas que necessitam a inserção de uma placa no computador. Tal procedimento é possível, desde que o dispositivo não entre em conflito com o hardware do sistema (endereço, interrupções, etc.). Entre em contato com a TEB antes de fazer qualquer alteração no hardware do computador.

A6 Segurança

Recomenda-se, enfaticamente, que todo teste de esforço seja feito em ambiente onde as emergências possam ser tratadas eficiente e rapidamente. A monitorização deve ser contínua. Se, por algum motivo, as interferências produzirem um traçado difícil de interpretar, o teste deve ser interrompido. A monitoração da pressão sanguínea deve ser feita antes, durante e após o teste.

Drogas

Próximo à área onde se realiza o teste, deve estar disponível um conjunto de emergência, com drogas apropriadas, junto com seringas, equipamento para infusão intravenosa e Ambu. Os medicamentos que devem ser incluídos variam com a experiência do médico e com os métodos e conceitos de tratamento na área.

Desfibrilador

É imprescindível ter à mão um desfibrilador, que deve ser testado frequentemente para garantir que esteja funcionando adequadamente. Apesar de existir um risco baixo de ele precisar ser utilizado num teste feito com muito cuidado, a conversão rápida de uma taquicardia ventricular ou fibrilação ventricular pode salvar uma vida.

As pessoas do serviço devem estar bem treinadas em seu uso, bem como em outros meios de ressuscitação.

Aterramento

A ligação terra ou aterramento do APEX1000 é essencial tanto para a obtenção de traçados de boa qualidade como para a segurança do paciente e dos operadores do sistema.

A finalidade do aterramento é oferecer um caminho fácil para o escoamento à terra de correntes eventualmente induzidas nos circuitos, tanto em níveis normais como provocados por falhas.

A forma mais correta dessa ligação é através de uma instalação adequada, com tomadas de três pinos. Quando essas tomadas de três pinos não forem disponíveis, um eletricista habilitado deve ser consultado sobre a melhor forma de instalá-las.

Além do próprio APEX1000, todos os equipamentos elétricos ou eletrônicos usados nas proximidades do paciente (esteira, desfibrilador, ar condicionado, etc.) devem estar ligados ao mesmo aterramento.

A7 As Derivações CS5, MV5 e MV5_m

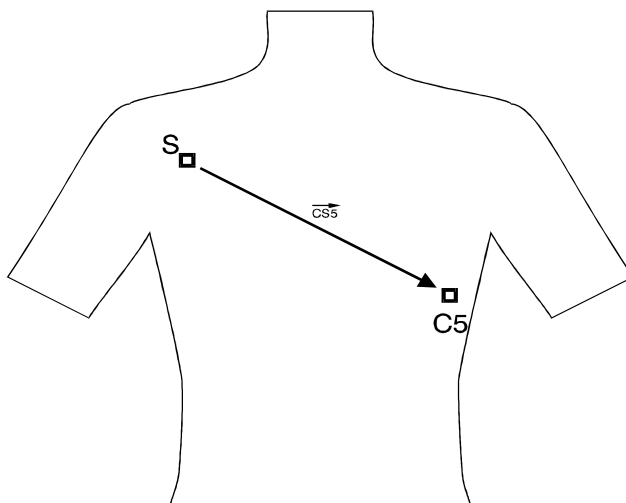
O advento dos modernos sistemas multicanais viabilizou o eletrocardiograma de doze derivações simultâneas durante o teste de esforço.

Da fase anterior restou, entretanto, a reconhecida alta sensibilidade de algumas derivações bipolares específicas, dentre elas MC5 e CS5, definidas por Ellestad como “otimamente distorcidas”.

O APEX1000 apresenta em destaque, na monitorização e nos registros, o décimo terceiro canal, que pode ser configurado como CS5 ou MV5.

A Derivação CS5

A derivação CS5 é a derivação bipolar obtida com o pólo positivo na posição C5 e o negativo na posição S (ou RA torácico).



A sensibilidade da derivação CS5 é semelhante à de MC5 e apresenta a vantagem de não necessitar de eletrodo adicional. Uma possível desvantagem pode ser uma maior sensibilidade à interferência de origem muscular vinda do braço direito.

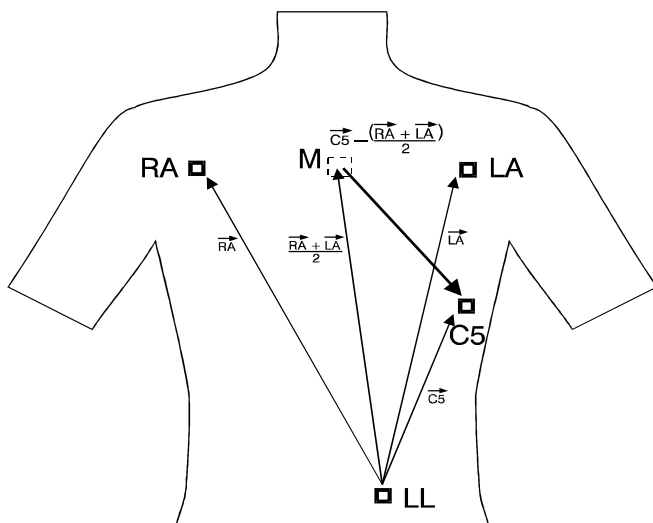
A Derivação MV5

A derivação MC5, frequentemente chamada de MV5, é a derivação bipolar obtida com o pólo positivo na posição C5 e o pólo negativo no manúbrio, onde requer um eletrodo adicional, em relação aos eletrodos das derivações convencionais. O APEX1000 não oferece a possibilidade de captar a derivação MV5. Esta é calculada matematicamente (o que tem a vantagem de economizar um eletrodo).

A Derivação MV5_m

O APEX1000 oferece uma solução conveniente para a obtenção de MV5. Através dos mesmos eletrodos colocados para a monitorização convencional essa derivação é obtida por processo matemático (daí receber o sufixo “m”), sem a necessidade do eletrodo do manúbrio.

Este cálculo é possível dada à natureza vetorial das derivações. O vetor da derivação MV5 pode ser obtido pelo fato do potencial do manúbrio ser a média vetorial dos potenciais dos braços esquerdo e direito colhidos pelos eletrodos RA e LA, posicionados nas extremidades superiores do tórax. A diferença vetorial entre esta média e o potencial colhido pelo eletrodo em C5 é a derivação MV5_m. A figura seguinte ilustra este processo, esquematicamente.



Forma de Monitorização

A derivação CS5, MV5 ou MV5m é apresentada na tela de forma especial.

Em primeiro lugar ela ocupa um trecho mais longo, para permitir melhor observação de arritmias.

Além disso, ao invés de ser desenhada e permanecer estática até uma nova varredura, o traçado é deslocado por inteiro, da direita para a esquerda, de modo que o momento presente seja sempre o ponto mais à direita da tela.

Essa forma de apresentação serve a um propósito especial, relacionado com o filtro de linha de base. A primeira porção do sinal, do lado direito, marcado por uma cor de fundo mais clara, apresenta o traçado sem a atuação do filtro de linha de base. Desta forma, o sinal ao “entrar” na tela, é exibido sem filtragem, e é exibido assim durante aproximadamente três segundos, que é o tempo que ele demora para percorrer este trecho inicial. Logo em seguida, ao entrar na região de fundo mais escuro, o sinal passa a ser exibido filtrado (se o filtro estiver ligado e ativo). Dessa forma é possível avaliar-se o estado “bruto” do eletrocardiograma, durante todo o exame, sem ser necessário desligar o filtro. Este é um ótimo indicador do estado dos eletrodos.

Distorções em CS5 e MV5_m

As derivações CS5 e MV5_m podem ser distorcidas pelo hábito relativamente comum de se deslocarem os eletrodos RA, LA, RL e LL em direção ao centro do tórax.

Essa mudança, feita usualmente com o objetivo de reduzir os artefatos musculares, deve ser evitada também pela distorção nas demais derivações, onde provoca um falso deslocamento do eixo no plano frontal e outros problemas⁸.

⁸Victor F. Froelicher em Manual of Exercise Testing, segunda edição, pag. 21