

digisystem

MEDIDOR DE UMIDADE PARA MADEIRAS DL 2020



CONTEÚDO

Introdução	3
Princípio de Funcionamento dos Medidores de Umidade	4
Umidade na Madeira	5
Espécies de Madeira.....	5
Onde e Como Detectar a Umidade	6
Efeitos dos Preservativos na Madeira	7
Umidades Recomendadas para a Madeira	8
Especificações Técnicas do Medidor DL 2020	9
Painel do Medidor DL 2020	9
Simbologia e Uso do Medidor DL 2020.....	10
Modo Programação	10
Nível da Bateria	11
Teor da Umidade da Madeira - %UMD	11
Acessórios.....	12
Classificação de Algumas Madeiras	13
Umidade de Equilíbrio da Madeira em Algumas Localidades	14
Determinação da Umidade Relativa do Ambiente	15
Manutenção.....	16
Precaução com as pilhas	16
Termo de garantia	17

Introdução

Obrigado por ter escolhido o medidor de umidade da **Digisystem**.

A **Digisystem** tem sido líder há mais de 38 anos na fabricação de medidores com agulhas e controladores de secagem e tratamento HT.

As seguintes instruções de operação fornecerão as informações necessárias para que se possa utilizar o medidor **Digisystem** corretamente.

Agradecemos novamente pela sua compra.

Para qualquer informação adicional,

Favor ligar para (0xx41) 3345-6169/3345-7790

Nota: Os dados deste manual estão sujeitos a alteração sem que haja notificação.

Nenhuma parte deste manual pode ser reproduzida ou transmitida por qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, inclusive fotocópia, gravação ou qualquer sistema de armazenamento, sem autorização por escrito da Digisystem.

Princípio de Funcionamento dos Medidores de Umidade

Os instrumentos de fabricação da **Digisystem** estão baseados na variação da condutividade elétrica, utilizando o princípio de que existe uma relação fixa entre a resistência elétrica e o conteúdo de umidade na madeira (figura 01).

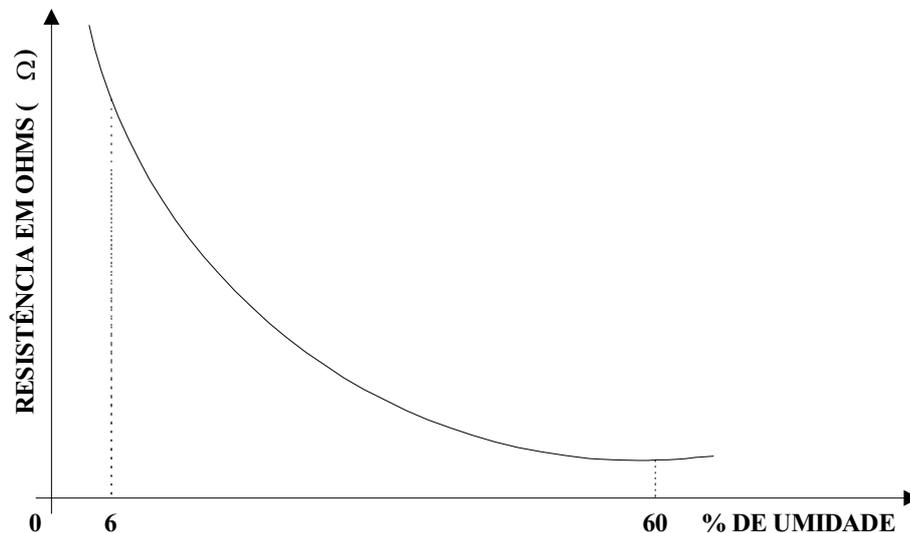


Figura 01 - Princípio de funcionamento do medidor de umidade

Quanto maior o teor de umidade, menor a resistência.

O sinal elétrico proveniente das agulhas sensoras é então linearizado e convertido para “percentual base seca”.

O conteúdo de umidade na madeira é definido como sendo aquele calculado pela fórmula:

$$\% U = \frac{P_u - P_o}{P_o} \times 100$$

Sendo: %U = Teor de umidade em percentual base seca

P_u = Peso úmido

P_o = Peso seco*

* **Peso Seco** Significa peso da amostra colocada num forno ou estufinha com boa circulação de ar, à temperatura constante entre 100°C e 105°C, por tempo suficiente até o peso se tornar constante. pode também ser obtido pela multiplicação do peso específico (se conhecido) pelo volume da amostra.

Umidade na Madeira

A madeira é um material higroscópico. Higroscopicidade é a capacidade de absorver e manter a água na sua estrutura íntima (dentro da parede celular).

A madeira verde possui uma grande quantidade de água, podendo ser separada em dois tipos:

- **Água livre ou capilar**

É aquela que se encontra no interior das células da madeira.

- **Água de impregnação**

É aquela que se encontra dentro da parede celular.

Durante uma secagem, a primeira água a ser retirada é a água livre. A retirada desta porção de água, causa somente redução de peso.

Quando toda a água livre for retirada, chega-se a um teor de umidade chamado **Ponto de Saturação das Fibras (psf)**.

A partir deste ponto começa a ser retirada a água de impregnação, que está nas paredes das células, e por esta razão, além da perda de peso, a madeira contrai (perde volume). O ponto de saturação das fibras é atingido quando a umidade da madeira está entre 28% e 30%.

Espécies de Madeira

Existe uma infinidade de espécies de madeira, classificadas conforme sua densidade, aparência, características mecânicas, etc.

Numa mesma mata, encontramos árvores de idades, crescimento, posição solar e espaços físicos diferentes. Na mesma árvore identificamos zonas de casca, alburno, cerne, nós, etc.

Em virtude a comportamentos diversos na secagem natural ou artificial, é comum encontrar no mesmo lote e até numa mesma peça de madeira, teores de umidade diferentes. Em geral, quanto mais baixos os teores de umidade e quanto mais equilibrada com o ambiente, mais homogênea será a distribuição da umidade.

Devido a todos estes fatores é que existe a necessidade de selecionar qual a curva que melhor se adapta ao tipo da madeira.

Onde e Como Detectar a Umidade

O medidor lê a umidade na área imediatamente em contato com as agulhas do eletrodo, indicando o ponto mais úmido encontrado na profundidade percorrida, ao serem cravadas as agulhas.

Quando se utiliza uma estufinha e uma balança de precisão para determinar o teor de umidade da madeira, o que se tem é a umidade média da amostra. É comum tal método diferir da realidade num lote maior, além de ser demorado e exigir considerável mão de obra, cuidados no corte, medição e pesagem das amostras.

Os instrumentos de fabricação da **Digisystem** apresentam a leitura instantânea e localizada, sendo um método não destrutivo, permitindo também que se faça um número maior de amostragens.

Como o medidor mede a resistência elétrica e converte-a para teor de umidade em percentual base seca, se comparado com a estufinha, admite-se as seguintes tolerâncias na umidade:

- 0,5% de tolerância entre 6% e 12% da leitura.
- 1,0% de tolerância entre 12% e 20% da leitura.
- 2,0% de tolerância entre 20% e 30% da leitura.

As leituras acima do **psf** (28% a 30%) podem apresentar distorções, mas servem como referência e acompanhamento durante uma secagem.

Amostragem: Recomenda-se fazer a medição em cerca de 5% a 10% do lote ou da peça.

Posição do eletrodo: Introduzir as agulhas de modo que cada pólo fique paralelo aos veios da madeira (Figura 02).

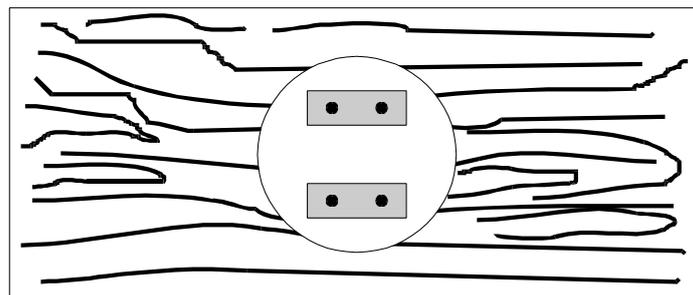


Figura 02

Tábuas: para se ter leituras que representam a média de uma peça, recomenda-se medir a tábua a pelo menos 30 cm da ponta e a 3 cm da beirada, até 1/3 de profundidade (Figura 03) e em 3 pontos diagonais ao longo do comprimento da madeira. As agulhas fornecidas são adequadas para peças de até 2" de espessura ou mais, se estabilizadas.

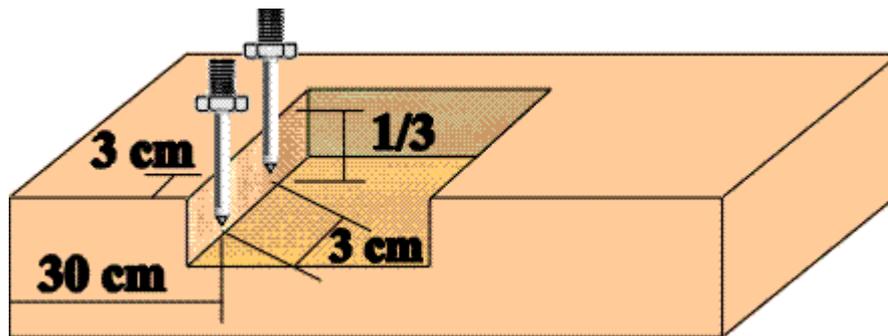


Figura 03 - Forma da colocação das agulhas

Pranchões, caibros, toras e peças de 2" ou mais: recomenda-se destopar a peça a pelo menos 5 cm da ponta e introduzir as agulhas pelo topo, ou fazer 2 furos paralelos com uma broca a 3 cm um do outro e neles inserir pinos ou pregos não enferrujados de diâmetro um pouco maior que o furo, para entrarem justos, então encostar as agulhas nas cabeças dos pregos ou pinos na leitura, somar 0,5% ao valor lido se as umidades forem baixas, 1% se a umidade estiver em torno de 15% e até 2% se a umidade estiver em torno dos 25%.

Lâminas Finas: basta encostar as agulhas na superfície. Pode-se usar também agulhas mais curtas. Recomenda-se fazer a medição em vários pontos da superfície da lâmina.

Compensados: inserir como se fosse madeira maciça.

Efeitos dos Preservativos na Madeira

Tratamentos de preservação com pentacloro-fenol e creosoto, colas de origem animal e vegetal, tintas e vernizes não alteram a medição ou tem efeito desprezível. Sais orgânicos ou compostos metálicos afetam a medição, indicando leituras maiores.

Colas resinosas e madeiras resinosas apresentam distorções desprezíveis em baixas umidades, e podem apresentar erros em altas umidades.

Superfície molhada por chuva, neblina ou sereno afeta a leitura.

Madeiras apodrecidas podem indicar menos que o real.

Umidades Recomendadas para a Madeira

Em função do tipo de produto e do local a que o mesmo se destina, a madeira deve apresentar teores de umidade adequados.

Por ser um material higroscópico, em presença do ar úmido, à certa temperatura, a madeira tende a atingir um estado de estabilidade denominado “**umidade de equilíbrio**” (**ue**).

Na página 15, encontra-se uma tabela orientativa com as umidades de equilíbrio em algumas localidades.

Móveis: As peças de madeiras devem estar com a “**ue**” igual ao do local de destino. Se existirem peças coladas, envernizadas ou encaixadas, recomenda-se 2% abaixo da “**ue**” ou compatíveis com as instruções dos fabricantes de colas e vernizes.

Assoalho e esquadrias: as peças de madeira devem estar com a “**ue**” do local de destino. Isto porque um lado fica em contato com a superfície ou em ambientes em geral mais frios e úmidos, e o outro lado, no ambiente mais aquecido.

Estruturas coladas e de telhados: de preferência, de 3% a 5% abaixo da “**ue**” do local de destino, devido ao padrão da cola e às altas temperaturas nos forros ou junto aos telhados.

Madeira para estoque: igual à “**ue**” ou pouco superior.

Madeira para exportação: em geral de 8% a 10% de umidade. Em alguns casos até 12% de umidade.

Madeira para venda no mercado interno: de 12% até 15% de umidade.

Lâminas para compensado: de 6% a 10% de umidade.

Para evitar mofos, apodrecimentos, etc: abaixo dos 20% de umidade.

Especificações Técnicas do Medidor DL 2020

- . Faixa de medição: 6% a 60% em base seca*;
- . Curvas de Madeira: 21 curvas distintas;
- . Correção de Temperatura: 10°C - 99°C conforme a equação de “keylwerth & noack”;
- . Resolução: 0,1%;
- . Visor gráfico de cristal líquido;
- . Alimentação: Duas pilhas AA 1,5 volts cada;
- . Eletrodo com quatro agulhas(cabo sensor) e/ou duas (martetele);
- . Dimensões e peso aproximados do medidor DL 2020 sem o estojo
Largura = 65 mm - Altura = 135 mm - Profundidade = 22 mm
Peso = 190 g;
- . Consumo Médio: 20mA e com luz de fundo 30mA:

* Os limites dependem da curva da madeira.

Painel do Medidor DL 2020



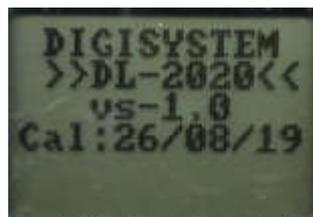
Figura 04 – Painel DL 2020

Simbologia e Uso do Medidor DL 2020


- Um toque liga o equipamento, segurando de 3 a 4 segundos o botão e soltando, ele desliga.
- Um toque depois do equipamento ligado acende a luz de fundo azul.
- No modo programação, altera ou incrementa.
- Na inicialização se manter o botão pressionado será congelada a data de Calibração (Figura 5)



- Primeiro toque seleciona a função tipo de madeira, que fica piscando.
- Segundo toque seleciona a função T °C que é a temperatura da madeira, também piscando.
- Terceiro toque sai da seleção de função.


Figura 05 – Data de Calibração.
Modo Programação

Função destinada a alterar a curva da madeira e a temperatura de correção conforme figura 06.


Figura 06 – Passo a passo da configuração do Aparelho.

Tipos de Madeiras: dura → média → mole → grupo I → grupo II → grupo III → grupo IV → jatoba/scp → pinus eliot → pau marfim → cumaru/tauari → freijo → cedro → quatambu → goiabão → ipe → angelim → pinus pt → imbuia → eucalipto grandis → mogno→

* Apenas incrementa, não tem como decrementar.

** Grupos I, II, III e IV são similares, respectivamente, aos grupos 1, 2, 3 e 4 dos medidores importados.

Seleção da Temperatura

Quando a temperatura da madeira aumenta, sua resistência elétrica diminui e, conseqüentemente, o teor de umidade aumenta.

O medidor deve ser utilizado à temperatura ambiente. Se a madeira também estiver à temperatura ambiente, não haverá a necessidade de se corrigir a temperatura, mantendo-a em 20°C.

A correção da temperatura deverá ser feita somente se a madeira estiver em outras condições, por exemplo, madeiras no interior de estufas.

Correção de Temperatura: 10 → 15 → 20 → 25 → 30 → 35 → 40 → 45 → 50 → 55 → 60 → 65 → 70 → 75 → 80 → 85 → 90 → 95 → 99 →

* Apenas incrementa, não tem como decrementar.

Teor da Umidade da Madeira - %UMD

Com o equipamento configurado com a curva da madeira desejada e a temperatura que a madeira se encontra, (vide modo de programação página 10) a leitura do teor de umidade ocorre logo após cravar os eletrodos na madeira, conforme Figura 02 (Pag. 6) e Figura 03 (Pag. 7) e utilizando um dos acessórios (Pag. 12).



Nível da Bateria

O nível é proporcional a sua carga, caso apareça no display a indicação vazia , substituir as pilhas que estão localizadas na parte traseira da caixa. Quando a indicação da bateria piscar, estará no nível mais baixo e não será possível acender a luz de fundo.

Caso ocorra algum tipo de anormalidade com o medidor, como por exemplo não desligar sozinho, retirar a pilhas por algum tempo e depois colocá-la novamente.

Acessórios

Caixa de Conexão DPC 2251-M

Conhecido como Sistema de medida, interliga os pontos de umidade no interior da estufa.



Martelete e Cabo Sensor

Martelete usado em madeiras acima de 2". utiliza agulhas com comprimento de 1" ou 1.1/2"
Cabo Sensor vem com quatro agulhas $\frac{3}{4}$ " e duas de reserva.



Maleta Completa

Para acondicionamento dos medidores, cabo sensor e martelete.



Classificação de Algumas Madeiras Conforme a Massa Específica (densidade) aparente a 15% de umidade**Madeiras Duras e/ou Pesadas (Densidade Maior que 0,75 g/cm³)**

Abiurana, Acapu, Acariquara, Amarelinho, Amendoim, Angelim-Pedra, Angelim-vermelho, Angico-preto, Angico-vermelho, Araribá, Aroeira, Bacuri, Breu, Cabriúva-vermelha, Canafístula, Castanha-sapucaia, Caviúna, Cumarú, Cupiúba, Curupixá, Goiabão, Gonçalves-alves, Grapia (garapa), Guajuvira, Guapeva, Ipê (tabebuia), Itaúba, Jacarandá, Jarana, Jatobá (himenaea sp, jataí), Jequitibá-branco, Louro-pardo, Maçaranduba, Muiracatiara, Pau-amarelo, Pau-brasil (muirapiranga), Pau-ferro, Pau-marfim (guatambú), Pau-rosa, Pau-roxo, Peroba-amarela, Peroba-rosa, Piquiá, Sucupira (bowdichia nitida), Sucupira-amarela (fava-bolota), Sucupira-parda (ou preta).

Madeiras Médias (densidade 0,50 g/cm³ a 0,75 g/cm³)

Açoita-cavalo, Amapá, Amburana, Andiroba, Arapari, Bagaçu, Bicuíba, Bracatinga, Cajú-açú, Cambará, Canela parda, Canjerana, Carvalho-brasileiro, Cedro (cedrela odorata), Cedrorana, Cedrinho, Cerejeira (amburana cearensis), Copaíba, Eucalipto, Freijó, Grumixava, Guariúba, Guarantã, Imbuia, Jacareúba, Louro-preto, Louro-vermelho (nectandra rubra), Mandioqueira, Mogno (aguano), Peroba-do-campo, Pinheiro-do-paraná (araucária), Quaruba, Quarubarana, Taxi, Tatajuba, Tauari, Teca.

Madeiras Moles e/ou Leves (Densidade menor que 0,50 g/cm³)

Açacu, Achichá, Bengué, Boleiro, Caixeta, Caju, Guapuruvú, Imbaúba, Marupá, Para-pará, Pinus, Sumaúma, Virola.

Umidade de Equilíbrio da Madeira em Algumas Localidades

BRASIL	: 11% A 15% - REGRA GERAL: 12%
EUA E CANADÁ	: 08% A 12% - REGRA GERAL: 10%
EUROPA	: 06% A 12% - REGRA GERAL: 08%
AMÉRICA DO SUL	: 10% A 12% - REGRA GERAL: 10%
AMÉRICA CENTRAL	: 10% A 15% - REGRA GERAL: 12%
ÁFRICA E ÁSIA	: 06% A 15% - REGRA GERAL: 10%
OCEANIA	: 08% A 15% - REGRA GERAL: 10%

	UMIDADE MÉDIA ANUAL	UMIDADE MÉDIA MÍNIMA	UMIDADE MÉDIA MÁXIMA
BELÉM:	18%	16%	20%
BELO HORIZONTE:	14%	11%	16%
CURITIBA:	16%	15%	18%
FORTALEZA:	15%	13%	17%
GOIÂNIA:	13%	09%	17%
MANAUS:	17%	15%	19%
PIRACICABA:	13%	11%	15%
PORTO ALEGRE:	15%	12%	19%
RECIFE:	15%	12%	17%
RIO DE JANEIRO:	15%	14%	17%
SALVADOR:	16%	15%	16%
SÃO PAULO:	15%	14%	17%
NEW YORK:	10%	07%	13%
MADISON:	08%	06%	10%
NEW ORLEANS:	13%	12,5%	13,5%
SÃO FRANCISCO:	12%	10%	13%
BOSTON:	10%	07%	13%
SALT LAKE CITY:	05%	04%	07%

Determinação da Umidade Relativa do Ambiente

DIFERENÇA DA TEMPERATURA (BULBO SECO – BULBO ÚMIDO)																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
TEMPERATURA DO BULBO SECO	40	94	88	82	77	71	66	61	57	52	48	44	40	36	33	29	26	22	19	16	13	11	8	5	3	0
	42	94	88	83	77	72	67	62	58	54	49	45	42	38	34	31	28	24	21	18	16	13	10	8	5	3
	44	94	88	83	78	73	68	63	59	55	51	47	43	39	36	33	29	26	23	20	18	15	13	10	8	6
	46	94	89	83	78	73	69	64	60	56	52	48	44	41	37	34	31	28	25	22	20	17	15	12	10	8
	48	94	89	84	79	74	69	65	61	57	53	49	45	42	39	36	32	30	27	24	21	19	17	14	12	10
	50	94	89	84	79	74	70	66	62	58	54	50	47	43	40	37	34	31	28	26	23	21	18	16	14	12
	52	95	89	84	80	75	71	66	62	58	55	51	48	44	41	38	35	32	30	27	25	22	20	18	16	14
	54	95	90	85	80	75	71	67	63	59	55	52	49	45	42	39	36	34	31	28	26	24	21	19	17	15
	56	95	90	85	80	76	72	68	64	60	56	53	49	46	43	40	37	35	32	30	27	25	23	21	19	17
	58	95	90	85	81	76	72	68	64	61	57	54	50	47	44	41	38	36	33	31	28	26	24	22	20	18
	60	95	90	85	81	77	73	69	65	61	58	54	51	48	45	42	39	37	34	32	30	27	25	23	21	19
	62	95	90	86	81	77	73	69	65	62	58	55	52	49	46	43	40	38	35	33	31	28	26	24	22	20
	64	95	90	86	82	77	73	70	66	62	59	56	53	50	47	44	41	39	36	34	32	29	27	25	23	21
	66	95	91	86	82	78	74	70	66	63	60	56	53	50	47	45	42	39	37	35	32	30	28	26	24	23
	68	95	91	86	82	78	74	71	67	63	60	57	54	51	48	45	43	40	38	36	33	31	29	27	25	23
	70	95	91	87	82	78	75	71	67	64	61	58	54	52	49	46	44	41	39	36	34	32	30	28	26	24
	72	95	91	87	83	79	75	71	68	64	61	58	55	52	49	47	44	42	39	37	35	33	31	29	27	25
	74	95	91	87	83	79	75	72	68	65	62	59	56	53	50	47	45	42	40	38	36	34	32	30	28	26
	76	96	91	87	83	79	76	72	69	65	62	59	56	53	51	48	46	43	41	39	36	34	32	30	29	27
	78	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	60	57	54	51	49	46	44	41	39	37	35	33	31	29	28
	80	96	91	87	84	80	76	73	69	66	63	60	57	54	52	49	47	44	42	40	38	36	34	32	30	28
	82	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	61	58	55	52	50	47	45	43	40	38	36	34	33	31	29
	84	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	61	58	55	53	50	48	46	43	41	39	37	35	33	31	30
	86	96	92	88	84	81	77	74	70	67	64	61	59	56	53	51	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30
	88	96	92	88	84	81	77	74	71	68	65	62	59	56	54	51	49	47	44	42	40	38	36	34	33	31
90	96	92	88	85	81	78	74	71	68	65	62	59	57	54	52	49	47	45	43	41	39	37	35	33	32	
92	96	92	88	85	81	78	75	71	68	65	63	60	57	55	52	50	48	45	43	41	39	37	36	34	32	
94	96	92	88	85	81	78	75	72	69	66	63	60	58	55	53	50	48	46	44	42	40	38	36	34	33	
96	96	92	89	85	82	78	75	72	69	66	63	61	58	56	53	51	49	46	44	42	40	39	37	35	33	
98	96	92	89	85	82	79	75	72	69	67	64	61	59	56	54	51	49	47	45	43	41	39	37	36	34	
100	96	92	89	85	82	79	76	73	70	67	64	61	59	56	54	52	50	47	45	43	41	40	38	36	34	

Manutenção

O equipamento deve ser manuseado com cuidado, não sofrer impacto ou queda e ser guardado em lugar seco e à temperatura ambiente.

A cada uso efetuar uma rápida inspeção visual, mantê-lo limpo e isento de graxas e poeira.

Não limpar o equipamento com água, álcool ou detergentes. utilizar pano limpo e seco.

Esporadicamente, verificar se o cabo sensor e/ou martelete não está perfurado e se as agulhas estão bem apertadas e em bom estado.

Precauções com as pilhas

- ▶ Não misture pilhas novas com já usadas.
- ▶ Não misture pilhas alcalinas com padrão (carbonozinco).
- ▶ Sempre remova as pilhas velhas, fracas ou gastas e recicle ou descarte-as de acordo com as regulamentações locais e nacionais.
- ▶ Retire as pilhas se o produto não for utilizado durante um longo período de tempo; O fabricante não é responsável por danos causados por vazamento de pilhas;
- ▶ É recomendável o uso de pilhas do tipo alcalinas;
- ▶ **NÃO UTILIZAR PILHAS RECARREGÁVEIS.**
- ▶ Ao substituir as pilhas, observar a posição das mesmas, polaridade invertida poderá danificar o aparelho.

Termo de garantia**Empresa:** _____**End.:** _____

Aparelho: _____ **N.º :** _____

A **digisystem indústria de sistemas eletrônicos ltda.** Garante o aparelho para o usuário acima identificado pelo período de 01 (um) ano a partir desta data, contra defeitos de fabricação, componentes e/ou montagem.

Certificamos que este aparelho foi inspecionado, considerado em perfeito estado de funcionamento e isento de qualquer defeito de fabricação.

A garantia não abrange as pilhas AA e o desgaste da carcaça e estojo, sendo suprimida havendo uso inadequado do aparelho, adulteração dos componentes ou má fé.

A garantia abrange a substituição de qualquer componente defeituoso, sendo prestada em nossos laboratórios, com as despesas e riscos de frete correndo por conta do usuário.

Curitiba, _____ de _____ de _____.
