

# METODOLOGIA E TÉCNICAS DE ADAPTAÇÃO DE UM DISPLAY LED EM UM EQUIPAMENTO DE ULTRASSONOGRRAFIA QUE SE UTILIZA DE UM DISPLAY LCD ACOPLADO EM SEU HARDWARE

## *METHODOLOGY AND TECHNIQUES FOR ADAPTING AN LED DISPLAY ON ULTRASOUND SCANNER USING AN LCD DISPLAY COUPLED TO YOUR HARDWARE.*

AZEVEDO JR., Geraldo Motta <sup>1</sup>  
SOUSA, João Paulo Pereira de <sup>2</sup>

**Resumo:** A utilização do equipamento de Ultrassonografia (USG) em unidades hospitalares vem crescendo nos últimos anos, uma vez que esta técnica radiográfica é segura, pois não utiliza radiações ionizantes, e possui excelente relação custo/benefício. Por esta razão, foi realizado um estudo da origem e evolução do equipamento em nível de hardware com ênfase em monitores de imagem. Os monitores que estão acoplados em equipamentos de USG se utilizam das tecnologias de Displays de Cristal Líquido (LCD) ou Diodos Emissores de Luz (LED) em sua maioria, porém a tecnologia LCD se encontra obsoleta ao mesmo passo que a tecnologia LED está em plena expansão, devido ao custo, tamanho, possibilidade de diversificação, grande eficiência luminosa e energética. A obsolescência dos displays LCD se deve à difícil aquisição e alto custo das lâmpadas fluorescentes. Além disso, possuem circuito de alta tensão que gera aquecimento nos cabos, conectores e gabinete. A proposta deste trabalho é orientar na avaliação, identificação e possível manutenção nos principais circuitos que compõe os monitores LCD, através de testes em bancada, análise de diagramas esquemáticos e fluxogramas. Com base na necessidade de efetuar a troca das lâmpadas fluorescentes, como também é possível em monitores voltados para entretenimento, o estudo propõe uma metodologia e técnicas de adaptação das Barras de LEDs e alterações nos seus respectivos circuitos em monitores de 15 polegadas, procedimento este que pode ser estendido a monitores de outras áreas e fabricantes.

**Palavras-chave:** Ultrassonografia; Monitor; LCD; LED.

**Abstract:** The use of Ultrasonography (USG) equipment in hospital units has been growing in the last years, since this radiographic technique is safe, since it does not use ionizing radiation, and it has an excellent cost / benefit ratio. For this reason, a study of the origin and evolutions of hardware at the hardware level with emphasis on image monitors was carried out. The monitors that are coupled in USG equipment use the technologies of Liquid Crystal Display (LCD) or Light Emitting Diodes (LED) for the most part, however the LCD technology is obsolete while the LED technology is in full expansion, due to cost, size and possibility of diversification, high luminous efficiency and energy. The obsolescence of LCD displays is happens because to the difficult acquisition and high cost of fluorescent lamps. In addition, it has high voltage circuit that generates heating in the cables, connectors and cabinet. The purpose of this work is to guide the evaluation, identification and possible maintenance of the main circuits that make up the LCD monitors, through bench tests, analysis of schematic diagrams and flowcharts. Based on the need to exchange fluorescent lamps, as it is also possible in entertainment-oriented monitors, the study proposes a methodology and techniques for adapting the LED Bars and changes in their respective circuits in 15" monitors, which extends to monitors from other areas and manufacturers.

**Keywords:** Ultrasonography; Monitor; LCD; LED.

---

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia Elétrica – Centro Universitário Augusto Motta – geraldomajr@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Elétrica – Centro Universitário Augusto Motta – engpaulo35@hotmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Com a crescente utilização da tecnologia de sistemas digitais, as imagens ocupam um status relevante na aplicação em radiodiagnóstico. Dentre os diversos métodos de diagnóstico por radiação não ionizante, a ultrassonografia desponta como uma técnica cuja aplicação é muito aceita por parte de equipes médicas e pacientes por ser segura, indolor, rápida e relativamente barata, se comparada com outras técnicas de diagnóstico, tais como tomografia computadorizada e ressonância magnética (CERRI, 1993). Os monitores que se utilizam da tecnologia de Diodos Emissores de Luz (LED) dos equipamentos de Ultrassonografia tornaram-se uma ferramenta essencial na prática médica, pois os avanços tecnológicos contribuíram para reduzir as dimensões dos equipamentos, além de aumentar sua sensibilidade e resolução (GUEDES, 2009).

A evolução do uso do processamento de imagens em monitores LED na medicina vem contribuindo para o aperfeiçoamento do diagnóstico preciso e eficaz no tratamento e controle de diversas doenças. Os equipamentos de Ultrassonografia que utilizam, acoplados em seu hardware, monitores da tecnologia Display de Cristal Líquido (LCD) com o passar dos anos, vêm se tornando obsoletos. Em diversos casos, antes de ocorrer a falha total do equipamento, os monitores apresentam defeitos sutis, onde uma imagem ruim, ainda que não represente risco direto ao paciente, pode produzir grandes danos, seja pela falta de identificação de um problema de saúde, ou pela visualização de um elemento inexistente (GARCIA, 2017). Essa obsolescência se deve à dificuldade em encontrar a lâmpada de iluminação traseira e componentes eletrônicos para reposição, além da baixa eficiência energética, o que acaba por conduzir naturalmente ao descarte completo do equipamento de ultrassonografia.

O custo elevado dos equipamentos de Ultrassonografia para hospitais e clínicas impacta negativamente suas finanças, assim como manter um equipamento inoperante também causa transtornos aos pacientes e conseqüentemente futuros problemas jurídicos. Logo, este artigo tem por objetivo definir e demonstrar uma metodologia e técnica para adaptação de um Display LED em um Equipamento de Ultrassonografia que se utiliza de um Display LCD acoplado em seu hardware. Através de pesquisas bibliográficas e análise dos projetos de monitores e seus respectivos diagramas esquemáticos, permitirá a compreensão do funcionamento e operação dos monitores de exibição de imagens médicas e a arquitetura conceitual e fundamental da estrutura operacional de um sistema eletrônico preciso e estável que envolve os painéis onde se utiliza a tecnologia LED. Essa adaptação e técnicas propostas também servem como base para implantar um projeto de reparo e recuperação de monitores

acoplados em equipamentos de ultrassonografia que utilizam a da tecnologia LCD em laboratórios especializados de Engenharia Clínica, com a finalidade de reduzir custos com manutenção ou aquisição de componentes. Além disso, evita que parte destes equipamentos eletroeletrônicos, que apresentam componentes tóxicos, possam causar danos ao meio ambiente e à população através de seu descarte.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Proposta de Metodologia e Técnicas de Adaptação do Backlight**

Diante da teoria apresentada por diversas bibliografias de especialistas das áreas de Eletrônica (BRAGA, 2012) e (PIRES, 2007), a substituição da lâmpada queimada por barras de LEDs, a alteração e adaptação dos seus respectivos circuitos eletrônicos e a configuração da disposição dos LEDs nos displays dos monitores acoplados em equipamentos de ultrassonografia que se utilizam da tecnologia LCD é viável, e atenda as necessidades ambientais, sociais e econômicas em relação ao custo e benefício em unidades de saúde, tanto pública, quanto privada. As barras de LEDs possuem baixo custo, além de ser encontradas facilmente no mercado varejista, seja através de lojas físicas ou virtuais. Essa adaptação e aperfeiçoamento do monitor atende às necessidades médicas em relação ao diagnóstico preciso e eficaz, evitando assim artefatos na imagem que podem gerar um diagnóstico errado. Na figura 1 é apresentado o equipamento de ultrassonografia do modelo Philips e o monitor que será alvo desse estudo.

Figura 1 – Equipamento de Ultrassonografia – Philips

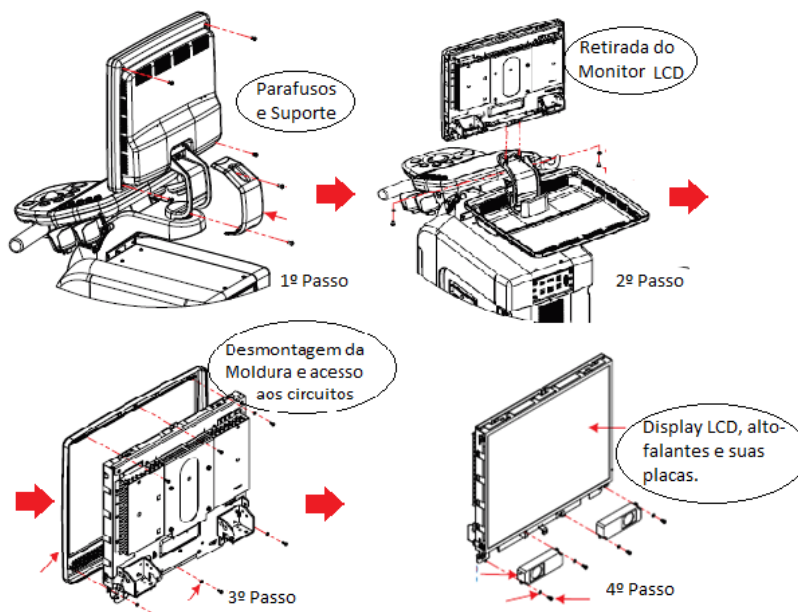


Fonte: Adaptado de <https://www.philips.com/products/hd11/>, acessado em 02/10/2020

## 2.2. Desacoplamento do Gabinete

O monitor Philips, alvo desse estudo, utiliza a tecnologia LCD e está acoplado no Equipamento de Ultrassonografia. O gabinete possui parafusos na parte traseira, fixando um suporte que une o compartimento do monitor ao hardware e cada posição do parafuso está numerada, facilitando sua reposição. Na figura 2, o 1º passo faz referência à retirada dos parafusos, assim como do suporte traseiro e conseqüentemente com o 2º passo, tem-se o pleno acesso ao monitor de vídeo. Nesse momento, onde o monitor está deslocado completamente do hardware de ultrassonografia, é aconselhável colocá-lo em uma bancada de manutenção apropriada para o perfeito destravamento do gabinete e molduras externas. No 3º passo, o monitor se encontra sem moldura e parafusos de fixação, tendo acesso ao display e demais placas que compõem os circuitos. No 4º e último passo, tem-se o monitor totalmente sem gabinete, apresentando assim o display LCD, os alto falantes, cabos flexíveis e na parte interior os demais circuitos. Alguns cuidados devem ser tomados quanto à energia eletrostática, sendo proibido por parte dos técnicos especialistas trabalharem com blusas de lã, em locais que possuam tapete ou carpete, ou ainda, em cima de mesas de plástico, pois estes são casos que podem gerar energia eletrostática. Além disso, para não ocorrer um pequeno acidente com um de seus componentes eletrônicos sensíveis, é indicada a utilização de uma pulseira antiestática, ligada a uma superfície aterrada.

Figura 2 – Desmontagem do Monitor e desacoplamento do Hardware (USG)

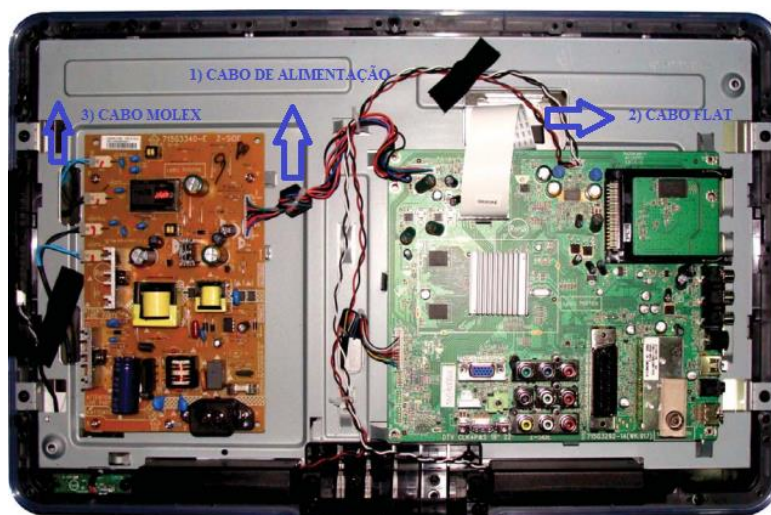


Fonte: Autor

### 2.3. Placas e Cabos

Após a desmontagem do monitor, conforme ilustra a figura 3, tem-se a parte traseira do display. Analisando o interior do gabinete, encontra-se à esquerda, a placa da fonte de alimentação, que no caso contém as etapas de chaveamento e inverter na mesma PCI. Do lado direito, de cor verde, tem-se a placa digital e todos os seus conectores de acesso ao hardware externo. Dando continuidade na análise da figura 3, estão localizados três cabos considerados os mais importantes para o perfeito funcionamento do display. O cabo 1 tem como função alimentar a placa digital, ou seja, fornecer todas as tensões necessárias para o seu pleno funcionamento. O cabo 2, mais conhecido como cabo flat, é formado por uma película de plástico flexível que contém diversos condutores metálicos conectados a uma superfície plana. Dependendo do modelo do monitor e a sua finalidade, serão diferentes as especificações técnicas como posição, tamanho, números de vias e conectores. O cabo flat interliga a placa digital principal à placa controladora de tempo (T-Con), que se encontra na frente do display. O cabo 3, também conhecido como cabo de força molex, é encarregado de levar alta tensão da fonte inverter para alimentar as lâmpadas CCFL ou EEFL que irão iluminar o display.

Figura 3 – Parte traseira do gabinete desmontada



Fonte: Autor

Na realização da adaptação, os cabos 1 e 2 da figura 3 permanecerão sem alterações, pois o cabo 1 irá continuar com a função de alimentar a placa digital com todas as tensões de referência, assim como os pulsos de controle. Esses níveis de tensões não podem ser alterados, pois tanto a placa digital principal, quanto a placa T-Con devem permanecer com

seus níveis e sinais estáveis. No cabo 2, serão transportados os sinais LVDS contendo os bits da imagem, logo não deve ser adaptado, pois não tem associação com a iluminação traseira. Qualquer alteração eletrônica realizada nesse cabo pode causar sérios danos à imagem. O Cabo 3 sofrerá alteração com a adaptação, pois há necessidade de adequar os níveis de tensões para a placa driver de LEDs que será instalada e tem como principal função alimentar o driver LED e fornecer os níveis de tensões fixos e estáveis.

#### **2.4. Display e Backlight com Barras de LED**

Neste tópico se faz necessário definir o funcionamento do backlight composto por barras de LED, onde traz informações e particularidades importantes no processo de adaptação do qual o trabalho se propõe. Segundo (BURGOS, 2016), os monitores LED são uma combinação de duas tecnologias: tela de LCD com iluminação traseira por LEDs, onde atualmente domina o mercado de fabricação de monitores com diversos fins na área médica. Monitores da tecnologia LCD com backlight de lâmpadas (CCFL ou EEFL) não estão sendo fabricados constantemente, porém ainda se encontra amplamente em unidades hospitalares, mais precisamente em equipamentos de ultrassonografia antigos. Como resultado, o monitor LCD com backlight de CCFL têm um limite de espessura e problemas na criação de pretos profundos na imagem, tornando-o obsoleto com o advento das barras de LED. Isso ocorre porque os tubos fluorescentes estão sempre energizados, e alguma luz vaza para frente da tela mesmo quando parte da imagem deveria ser preta. Como consequência, a falta do preto total, muito utilizada na área de diagnóstico, reduz a percepção do brilho da imagem, afetando diretamente a visualização do monitor por parte do médico especialista, além do alto consumo de energia. O objetivo das barras de LEDs é iluminar a tela LCD com uma camada alinhada de LEDs, evitando o vazamento de luz.

Os monitores de pequeno porte, abaixo de 23 polegadas, utilizam o processo Edge Lit (borda acesa), com apenas um lado do display iluminado, contendo difusores e polarizadores para dispersar o feixe de luz para o centro da tela. Como o display que sofrerá adaptação é de 15 polegadas, o processo será de borda iluminada, tornando o projeto mais prático e viável financeiramente. Em princípio, o escurecimento (dimming) pode ser executado em qualquer tipo de backlight, porque se trata de uma característica dos drivers que comandam os LEDs (BASTOS, 2011), ou seja, não tendo ligação direta com o arranjo ser do tipo edge-lit.

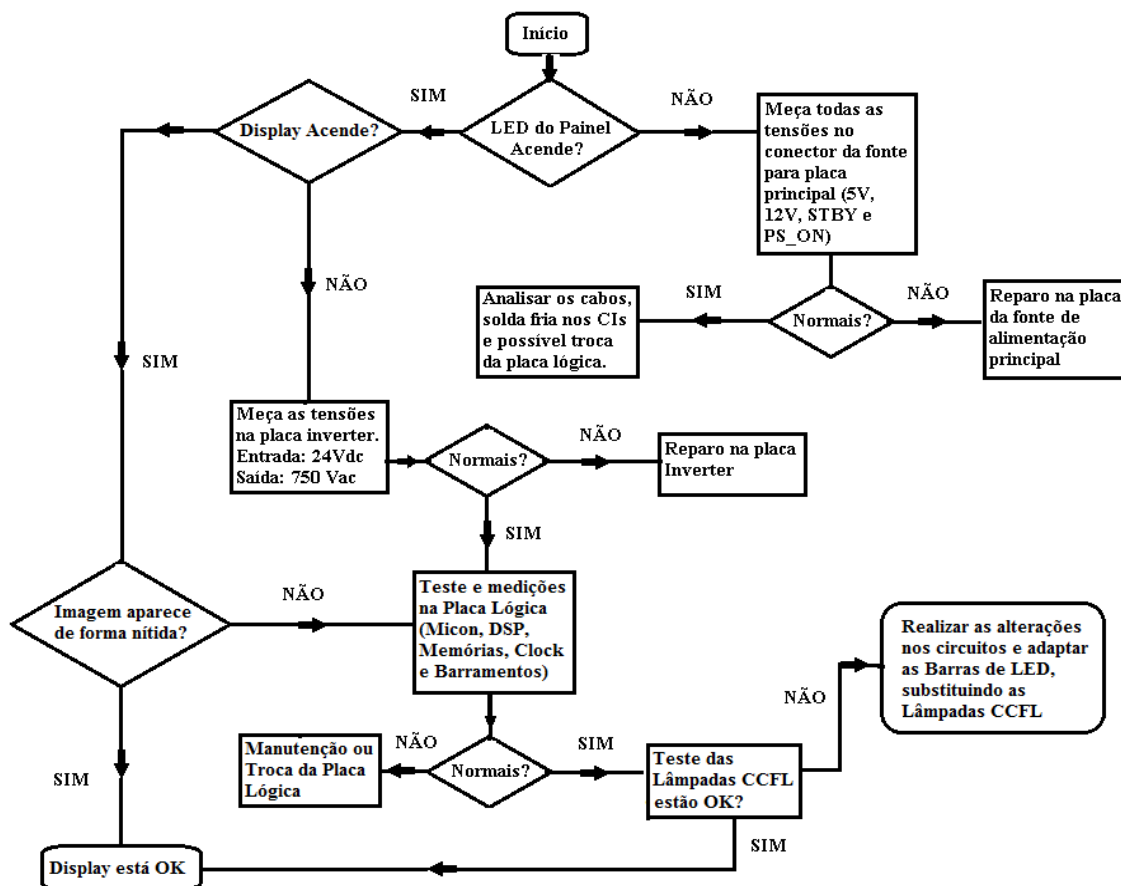
No caso da iluminação nas bordas, a luz é inicialmente direcionada ao centro da tela através de um guia ótico. Este guia é construído com fibra acrílica, porque as resinas acrílicas

são excelentes dispersoras de luz. Com este arranjo, cada LED das bordas pode permanecer aceso ao mesmo tempo e todos os outros são apagados, o que permite prever que a luz será espalhada de maneira satisfatória.

## 2.5. Fluxograma Proposto para Análise de Defeitos

A adaptação será realizada seguindo alguns critérios técnicos de soluções de defeitos em monitores que se utilizam da tecnologia LCD com iluminação traseira compostas por lâmpadas fluorescentes CCFL ou EEFL. Partindo do princípio que o hardware e o software do equipamento de ultrassonografia estão atuando perfeitamente, segundo os critérios técnicos do fabricante, deve-se seguir o fluxograma proposto, na figura 4, para um diagnóstico preciso e eficaz na solução do problema. Devem ser realizados todos os testes descritos no fluxograma com objetivo de obter o máximo de exatidão possível em relação ao diagnóstico. A adaptação é recomendada como último recurso, com a finalidade de recuperar o monitor de imagem e manter o funcionamento operacional do equipamento em unidades hospitalares, evitando assim o seu descarte.

Figura 4 – Triagem de falhas no formato Fluxograma



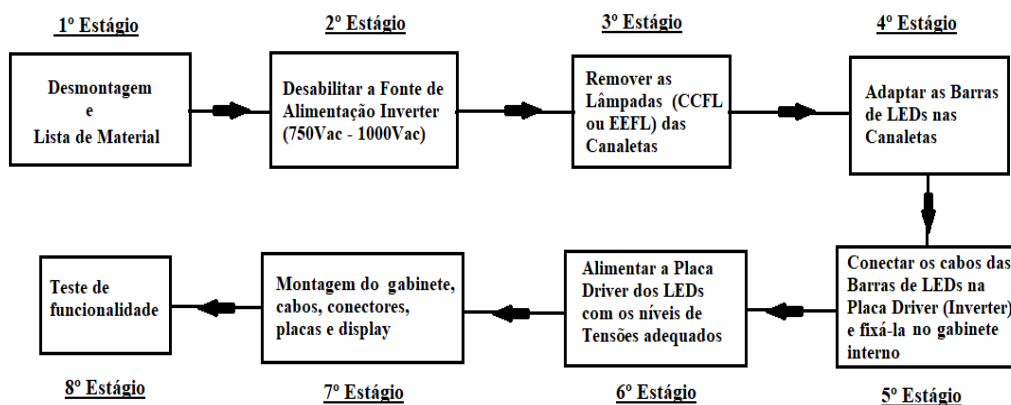
Fonte: Autor

## 2.6. Detalhamento da Metodologia de Adaptação

Este tópico propõe uma metodologia com vistas à implantação de Barras de LEDs substituindo as antigas e obsoletas lâmpadas fluorescentes CCFL que são responsáveis única e exclusivamente pela iluminação traseira (backlight) em displays de monitores de vídeo, tanto na área médica, como na área de entretenimento. Com esta metodologia, pretende-se estabelecer uma sequencia lógica de desenvolvimento técnico com intuito de alterar e aperfeiçoar alguns circuitos eletrônicos em prol da necessidade da adaptação, relacionando-se desde as etapas de eliminação de circuitos até a tomada de decisão referente à realização ou não da adaptação de placas eletrônicas.

É recomendável que não seja aplicada essa metodologia de adaptação antes de uma análise completa do fluxograma visto na figura 4, correlacionando a teoria com a prática de testes e medições em bancada, evitando assim o desperdício de material e tempo. Os monitores utilizados em equipamentos de ultrassonografia são compostos por diversos componentes sensíveis e a análise desses circuitos devem ser realizados com critério, utilizando-se instrumentos de medidas confiáveis e calibrados. A narrativa apresentada nos tópicos a seguir tem o objetivo de explicar cada estágio da metodologia proposta através do fluxograma representado pela figura 5. Do primeiro ao último estágio é recomendável o uso do manual de serviço do monitor, pois só assim será possível habilitar ou desabilitar algum comando necessário. Caso não seja possível analisar o manual de serviço, pode-se guiar pela serigrafia da placa de circuito impresso para obter alguma noção dos pontos de testes e medições.

Figura 5 – Metodologia de Adaptação no formato Fluxograma.



Fonte: Autor



### **2.6.1. Estágio 1: Desmontagem e Lista de Material**

A desmontagem do gabinete, cabos, conectores, placas e display está inserida no estágio 1, dando início ao processo de adaptação, onde já foi descrito todo procedimento técnico no item 2.2 deste artigo. Com intuito de acrescentar maiores detalhes sobre o material utilizado na adaptação, a tabela 1 apresenta uma listagem de materiais que serão utilizados na metodologia do projeto.

Tabela 1 – Lista de Materiais

Material	Quantidade	Preço
Placa Driver (Inverter)	1	R\$ 50,00
Barra de LEDs	2	R\$ 40,00
Cola Térmica	1	R\$ 20,00

Fonte: Autor

Essa pequena lista de material (Placa Driver, duas barras de LEDs e um tubo de cola térmica) é suficiente para obter bons resultados no processo de adaptação em display com dimensões de 15 polegadas. De acordo com as dimensões físicas do display, em polegadas, pode-se utilizar uma placa driver de maior complexidade e mais barras de LEDs, porém o método em questão será análogo. Alguns modelos de monitores utilizam em seu backlight LEDs de cor branca, outros usam cores variadas como o conjunto de LEDs: branco, verde, azul e vermelho. Com intuito de gerar uma adaptação de baixo custo mantendo uma boa eficiência no processo de iluminação, este estudo será baseado em LEDs brancos.

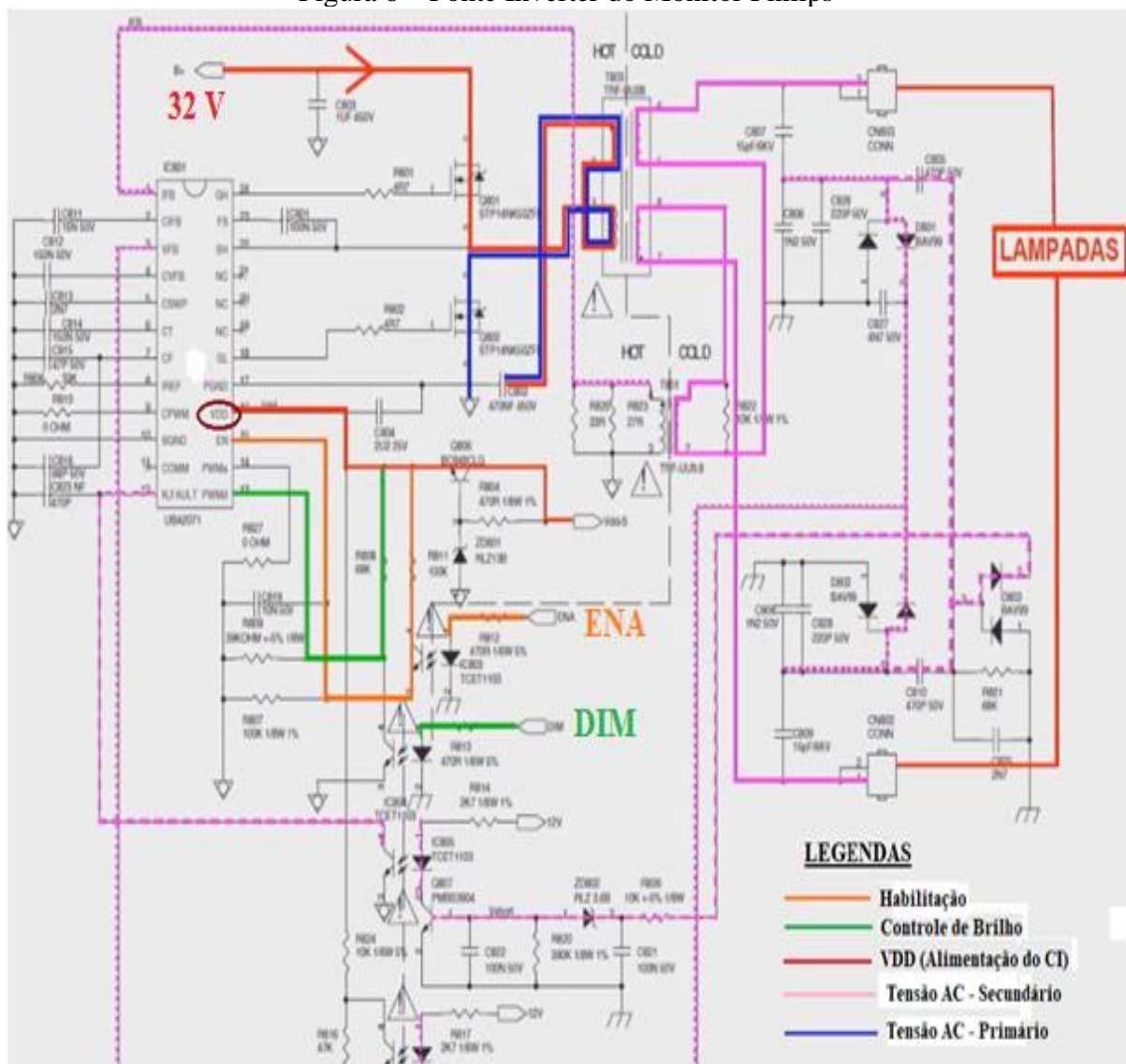
### **2.6.2. Estágio 2: Desabilitação da Fonte Inverter**

A fonte de alimentação inverter tem como principal função gerar tensões elétricas alternadas com objetivo de alimentar as lâmpadas CCFL que iluminam a parte traseira do display. Esse segundo estágio propõe a desabilitação do circuito inverter no monitor de imagem, ou seja, no processo de adaptação não será necessário o uso do circuito de alta tensão (750 Vac a 1000 Vac). Esse procedimento traz benefícios para o equipamento, pois reduz o consumo e diminui consideravelmente o aquecimento nas placas adjacentes, conectores e gabinetes. Tem-se também outro benefício quanto à manutenção, pois a fonte inverter por alimentar as lâmpadas com alta tensão, é alvo constante de falhas. No entanto, os componentes semicondutores que operam ao seu redor superaquecem e ao longo do tempo apresentam fugas nas suas junções de silício. O backlight permanece ligado a todo instante

que o display está em funcionamento, ocorrendo um desgaste demasiado nas lâmpadas CCFL, diminuindo sua vida útil.

A placa da fonte de alimentação do monitor proposto no estudo pertence à fabricante Philips e a partir da análise do diagrama esquemático, conforme ilustrado na figura 6, tem-se o IC801 que tem como função a geração de sinais PWM. Esse Circuito Integrado (CI) possui 24 pinos no total e nos pinos 18 e 24 geram as saídas dos pulsos modulados pra excitar o gate dos MOSFETs, fazendo-os chavear e gerar tensão no primário do transformador. Desabilitar a alimentação de 14 V que chega ao pino 16 (Vcc) resulta na inoperância do CI oscilador de PWM e sem os pulsos modulados, a fonte inverter se encontra no estado desligado.

Figura 6 – Fonte Inverter do Monitor Philips



Fonte: Adaptado de <http://www.philips.com/support>, acessado em 02/10/2020

### **2.6.3. Estágio 3: Remoção das Lâmpadas CCFL**

As canaletas estão acopladas e posicionadas nas extremidades do display. Em seu interior encontram-se as lâmpadas fluorescentes CCFL, podendo ser instaladas duas lâmpadas em cada canaleta ou apenas uma de maior diâmetro. No monitor em estudo, encontram-se duas canaletas, conforme ilustra a figura 7, e em seu interior, possuem duas lâmpadas CCFL presas através de encaixes plásticos. Com auxílio de uma pequena chave de fenda, existe a possibilidade de destravar a canaleta das lâmpadas e assim soltá-las sem maiores danos.

Figura 7 – Canaletas e CCFL



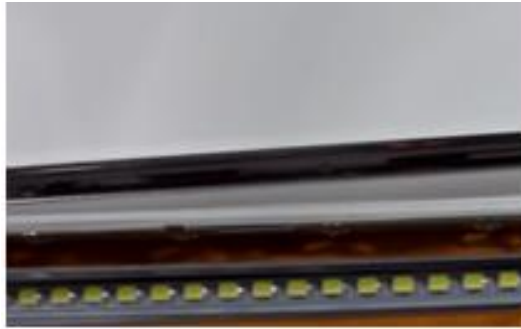
Fonte: (SILVA, 2007)

Além disso, a adaptação é recomendada quando uma ou mais lâmpadas estão queimadas. Caso apenas uma lâmpada esteja danificada e as demais em pleno funcionamento, é necessário o descarte de todas as CCFL, uma vez que o circuito de alimentação inverter estará inoperante, conforme foi descrito no estágio 2. Segundo (ROCHA, 2007), o descarte incorreto de lâmpadas fluorescentes (CCFL) pode ser muito nocivo para a saúde humana e do meio ambiente, as mesmas possuem em seu interior metais pesados e tóxicos, devendo assim ser descartadas em locais apropriados.

### **2.6.4. Estágio 4: Adaptação das Barras de LEDs**

Como foi mencionado no estágio 3, as lâmpadas fluorescentes CCFL precisam ser desconectadas das canaletas de forma que não sejam danificados os compartimentos plásticos de suporte. No lugar das lâmpadas, serão instaladas barras de LEDs com seu respectivo conector, onde a escolha pela barra ideal perpassa pelo tamanho da canaleta. Existem diversos tipos de barras de LEDs e no caso do display em estudo serão adotadas 2 barras de LEDs que tem acoplado um rabicho e 2 conectores para a conexão com a placa driver. Na figura 8, tem-se uma barra de LEDs já acoplada na canaleta e ao fundo da imagem a folha divisora de luz.

Figura 8– Barra de LEDs na Canaleta



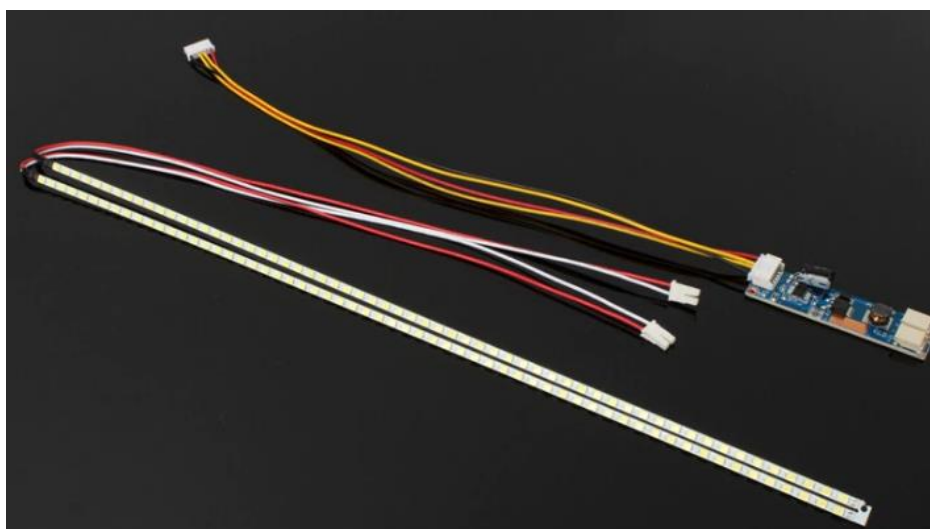
Fonte: Autor

Com a finalidade de fixar as 2 barras de LEDs nas canaletas, será utilizado cola térmica, pois se houver necessidade de realizar alguma troca ou manutenção que envolva backlight no futuro, as barras irão se desprender facilmente injetando ar quente com soprador térmico de baixa vazão, facilitando seu reparo ou reposição.

#### ***2.6.5. Estágio 5: Conexão de Cabos na Placa Driver***

Serão utilizadas 2 barras retilíneas e não flexíveis de LEDs e cada uma possuindo 10 LEDs ligadas em série. Em uma extremidade do cabo existe um conector para encaixe na placa driver, onde a mesma estará fixada fora do display. Em outra extremidade, encontram-se dois pequenos conectores que serão fixados na barra de LEDs. Na figura 9, pode ser vista a imagem da placa driver com seus conectores e os cabos utilizados na adaptação.

Figura 9 – Cabo e conector de alimentação das barras de LEDs



Fonte: Autor

### 2.6.6. Estágio 6: Alimentação da Placa Driver

A fonte de alimentação principal gera uma tensão de 30 Vdc para alimentar a placa inverter e essa tensão será utilizada para alimentar o driver que será utilizado na adaptação, substituindo o circuito inverter desativado. Como as 2 barras de LEDs estão em paralelo, logo a tensão em cada barra será a mesma (30 Vdc), porém a corrente total será dividida na mesma proporção em cada seguimento. O seguimento de LEDs na área técnica também é chamado de canal, logo o processo de adaptação contém 2 canais, onde a placa driver de LEDs pode ser alimentada com tensões contínuas que variam de 10 a 30 volts. No conector à esquerda, conforme ilustra a figura 10, tem-se além da alimentação de entrada, já mencionada, um pino de ajuste relevante no processo de adaptação. Esse pino se chama Dim, sendo responsável direto pelo controle de luminosidade. O microcontrolador recebe a informação proveniente de um sensor de luminosidade que está acoplado no interior do display de cristal líquido e esse sensor transforma a energia luminosa em energia elétrica na forma de pulsos elétricos e os envia para o processador de sinais digitais. O software do microcontrolador e do DSP realiza o controle de luminosidade através do pino Dim, que significa (dimerização). Logo, polariza diretamente a barra de LEDs com tensões que variam de acordo com a luminosidade exigida na ocasião. Se aumentar o nível de tensão, aumenta a corrente que aciona a barra de LEDs, gerando mais brilho. Caso necessite de uma imagem com preto profundo, muito utilizada em exames de ultrassonografia, diminui-se a tensão que polariza os LEDs, assim será reduzida a corrente elétrica na barra de LEDs, diminuindo a luminosidade.

Figura 10 – Placa Driver



Fonte: Autor

### 2.6.7. Estágio 7: Montagem Final

Após a realização de todos os estágios anteriores com êxito, deve-se realizar a montagem do display já com as barras de LEDs devidamente coladas nas canaletas e fixadas nas mesmas posições que estavam quando continham lâmpadas CCFL. Nesse momento, os cabos das barras de LEDs estarão conectados na placa Driver. O desafio seguinte é fixar a

placa driver no gabinete de forma que o fechamento da tampa traseira não danifique a placa e os cabos. Muitos monitores utilizados na área médica são montados com placas eletrônicas de fabricantes conhecidos por suas tecnologias na área de entretenimento, apenas com algumas habilitações e funções específicas alteradas nos circuitos, que os tornam de alto custo. Os monitores da área comercial são de baixo custo e possuem sua topologia muito parecida com os monitores da área médica, mais especificamente de equipamentos de ultrassonografia. Devido a isso, com intuito de testar os componentes de adaptação envolvidos, foi realizada a montagem em um monitor de vídeo da área comercial, mais precisamente em uma ilha de edição, conforme ilustra a figura 11. Nessa simulação, foi constatada que a placa inverter deveria ser fixado na lateral da blindagem da fonte, liberando espaço físico para a instalação e passagem dos pequenos cabos.

Figura 11 – Placa Driver Fixada na Lateral da Fonte



Fonte: Autor

Em monitores aplicados na área médica, recomenda-se adaptar a placa em local de fácil acesso, de preferência na parte traseira no interior do gabinete, pois no caso de manutenção corretiva de emergência, o fácil acesso aos circuitos facilita a agilidade do processo de solução de defeitos.

#### **2.6.8. Estágio 8: Teste de Funcionalidade**

A qualidade das imagens exibidas pelos monitores de diversos seguimentos depende de uma serie de parâmetros técnicos. No que se refere aos monitores utilizados em unidades hospitalares com a finalidade de realizar diagnóstico, por parte da equipe médica, parâmetros como aspectos gerais da imagem, distorção geométrica, reflexão da tela, resposta de luminância, resolução, ruído e cromaticidade do display são essenciais para a qualidade da

imagem. A adaptação proposta influencia diretamente no parâmetro luminosidade, não alterando os circuitos de processamento de sinais referente às cores, geometria da imagem e diversas outras funcionalidades citadas no exemplo anterior. Além disso, o circuito adaptado realiza o controle de brilho através do pino Dim utilizando os mesmos comandos que são padrões de fábrica.

Em princípio, o escurecimento (dimerização) pode ser executado em qualquer tipo de backlight, porque se trata de uma característica dos drivers que comandam os LEDs, ou seja, o arranjo edge-lit (iluminação nas bordas) não influencia no processo. A tecnologia LED é basicamente a evolução da LCD, quase todos os circuitos são iguais, o que difere é a tecnologia de iluminação da tela que utiliza também o display LCD (BASTOS, 2011).

Portanto, deve-se testar apenas o controle de luminosidade, via software e comando do painel, conforme mostra a figura 12. Não existindo luminosidade satisfatória, no modo padrão de fábrica, para realizar um determinado exame, o médico radiologista deve ajustar o brilho do display de acordo com a especificidade do caso e esse ajuste é realizado através de uma tecla de brilho no painel de controle do equipamento de ultrassonografia.

Figura 12 – Teste no circuito de iluminação



Fonte: Autor

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do estudo da história do equipamento de ultrassonografia, foi possível observar a importância do mesmo para um diagnóstico preciso e eficaz, bem como todas as pesquisas de estudiosos responsáveis pelo atual estado desse equipamento. Sem dúvida, esse equipamento envolve uma grande gama de conhecimentos na área eletroeletrônica aplicados em seu projeto, além de um estudo acerca da fisiologia humana, para o entendimento da origem do sinal de imagem que é transferido para os monitores de vídeo, sendo o principal alvo da metodologia de adaptação.

A partir de literaturas técnicas e análises em diagramas esquemáticos dos fabricantes de monitores, conclui-se que a diferença entre os monitores LCD e LED é exatamente o tipo de tecnologia de iluminação traseira de cada display. A tecnologia LCD convencional utiliza lâmpadas fluorescentes e estão se tornando obsoletas, que por sua vez possui inversores de alta tensão em seu backlight, aumentando o consumo de energia do display. Já os monitores LED utilizam controladores de baixa tensão para alimentar as barras de LEDs, reduzindo o consumo do display e diminuindo drasticamente o calor gerado, que afeta outros componentes do projeto. Além disso, a possibilidade de defeitos em barras de LEDs é menor, tanto em monitores utilizados na área médica, quanto na área de entretenimento. As lâmpadas CCFL possuem maior custo e estão obsoletas no mercado, como já mencionado, em contrapartida, as barras de LEDs possuem um menor custo e se encontram facilmente, no caso de uma eventual manutenção corretiva. Após a adaptação, o acesso à placa driver, que alimenta e controla as barras de LEDs, torna-se mais acessível, possibilitando assim a troca de componentes e ajustes em seus circuitos eletrônicos em casos de avarias.

A maioria das marcas dos monitores utilizam as mesmas placas de circuito impresso, outras vezes as placas são diferentes, entretanto, alguns circuitos integrados são iguais, facilitando a análise por parte do técnico especialista. Logo a metodologia de adaptação pode ser empregada não apenas em monitores da marca Philips de 15 polegadas, conforme o estudo, mas também em monitores de marcas que se utilizam de circuitos semelhantes. Além disso, uma vez realizada a adaptação de forma eficiente, salva o equipamento de um possível descarte, evitando que diversas partes metálicas e plásticas dos monitores LCD, que possuem componentes tóxicos, causem danos tanto ao meio ambiente, quanto a população.

As conclusões aqui apresentadas devem ser entendidas como o resultado de um estudo piloto, e estes deverão ser constatados e aperfeiçoados através de outros estudos, pois a variabilidade de tecnologias aplicadas em monitores, associado a sua degradação física com o tempo de vida, demanda que estes equipamentos devem ser cuidadosamente avaliados de modo a demonstrar um desempenho correto e estável ao longo do tempo. Assim, os monitores utilizados para visualização e diagnóstico de imagens médicas devem ser regularmente verificados para que se mantenha um sistema com a qualidade que é exigida, dado a função que desempenham. Logo, os autores pretendem em trabalhos futuros estudar, a realização dos principais testes para a avaliação do desempenho do monitor adaptado, assim, de forma a ser possível a sua generalização em displays acima de 15 polegadas e em diversos equipamentos de imagem.



## REFERÊNCIAS

BASTOS, A. *Manutenção de Monitores Digitais*. 2. ed. Rio de Janeiro: Do autor, 2011.

BRAGA, N. C. *Conceitos Básicos de Eletrônica*. 1ª Edição. ed. São Paulo: Instituto NCB, 2012.

BURGOS, L. C. *Reparação de Monitores LCD*. 1ª Edição. ed. São Paulo: Livrotec, 2016.

CERRI, G. G. *Ultra-Sonografia Abdominal*. São Paulo: Sarvier, 1993.

GARCIA, I. F. M. *Avaliação do Desempenho dos Monitores usados para Diagnóstico, Bahia*, 2017. 103.

GUEDES, A. P. *Avaliação dos equipamentos de ultrassonografia da região metropolitana do Recife*, Recife, 31 Janeiro 2009. 80.

PHILIPS, Philips, 2020. Disponível em: <<https://www.philips.com/products/hd11/>>. Acesso em 02/10/2020.

PHILIPS, Philips, 2020. Disponível em: <<http://www.philips.com/support>>. Acesso em 02/10/2020.

PIRES, S. R. *Software Gerenciador de Base de Dados e Imagens Radiológicas para Avaliação de Monitores*, São Paulo, 2007. 138.

ROCHA, Hélio. *Entre o Luxo e o Lixo Digital*. Tribuna da Bahia, Salvador, 08 mai. 2007. Caderno 1, p. 7.

SILVA, J. Q. *Segredos na Reparação de Monitores LCD*. 2ª Edição. ed. Rio de Janeiro: Antenna Edições Técnicas, v. I, 2007. 73 p.