

## MODELO DE ADAPTAÇÃO DE UM DISPLAY LED EM UM EQUIPAMENTO DE ULTRASSONOGRAFIA QUE SE UTILIZA DE UM DISPLAY LCD ACOPLADO EM SEU HARDWARE

**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. 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, que contém substâncias prejudiciais tanto ao meio ambiente quanto ao ser humano. A proposta deste trabalho é orientar na avaliação, identificação e possível manutenção nos monitores LCD, com a finalidade de evitar o descarte do equipamento e gerar uma ação de sustentabilidade ambiental. 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, que se estende a monitores de outras áreas. Através da adaptação de forma eficiente, salva o equipamento de um possível descarte em local inapropriado ou incorretamente, evitando que os interesses das gerações futuras sejam comprometidos pela satisfação das necessidades da geração atual.

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

### 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 médicos e pacientes por ser segura, rápida, indolor 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. Já os equipamentos de Ultrassonografia que utilizam, acoplados em seu hardware, monitores de 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 difícil aquisição da lâmpada de iluminação traseira, além da baixa eficiência energética, onde ocorre naturalmente o descarte completo do equipamento de ultrassonografia, gerando mais lixo eletrônico, que constituem resíduos sólidos sem utilidade direta, considerados indesejáveis pelas clínicas e unidades hospitalares, o que não significa que devem ser descartados de qualquer forma ou que não serve mais para uso, pois a incorreta destinação dada a este tipo de lixo pode causar sérios danos à natureza ou diretamente aos seres humanos (ROCHA, 2007).

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo definir e propor 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, bem como evitar um problema maior, que tange a destinação final do produto, que por não ter legislação específica eficiente, é descartado como lixo comum, oferecendo risco aos funcionários da coleta e também à população.

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 pode ser observado 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 15/04/2019

## 2 DESENVOLVIMENTO

Diante da teoria apresentada, verifica-se que a substituição de lâmpadas danificadas 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, além de atender às necessidades econômicas em relação ao custo e benefício em unidades de saúde, tanto pública, quanto privada, além de ser encontradas facilmente no mercado varejista, seja através de lojas físicas ou virtuais.

### 2.1 Display e Backlight com Barras de LED

Segundo (BURGOS, 2016), os monitores LED são uma combinação de duas tecnologias: tela de LCD com iluminação traseira por LEDs, que atualmente domina o mercado de fabricação de monitores com diversos fins na área médica e monitores da tecnologia LCD com backlight de lâmpadas (CCFL ou EEFL) que não estão sendo fabricados constantemente, porém ainda são amplamente encontrados 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. Então as barras de LEDs visam 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.

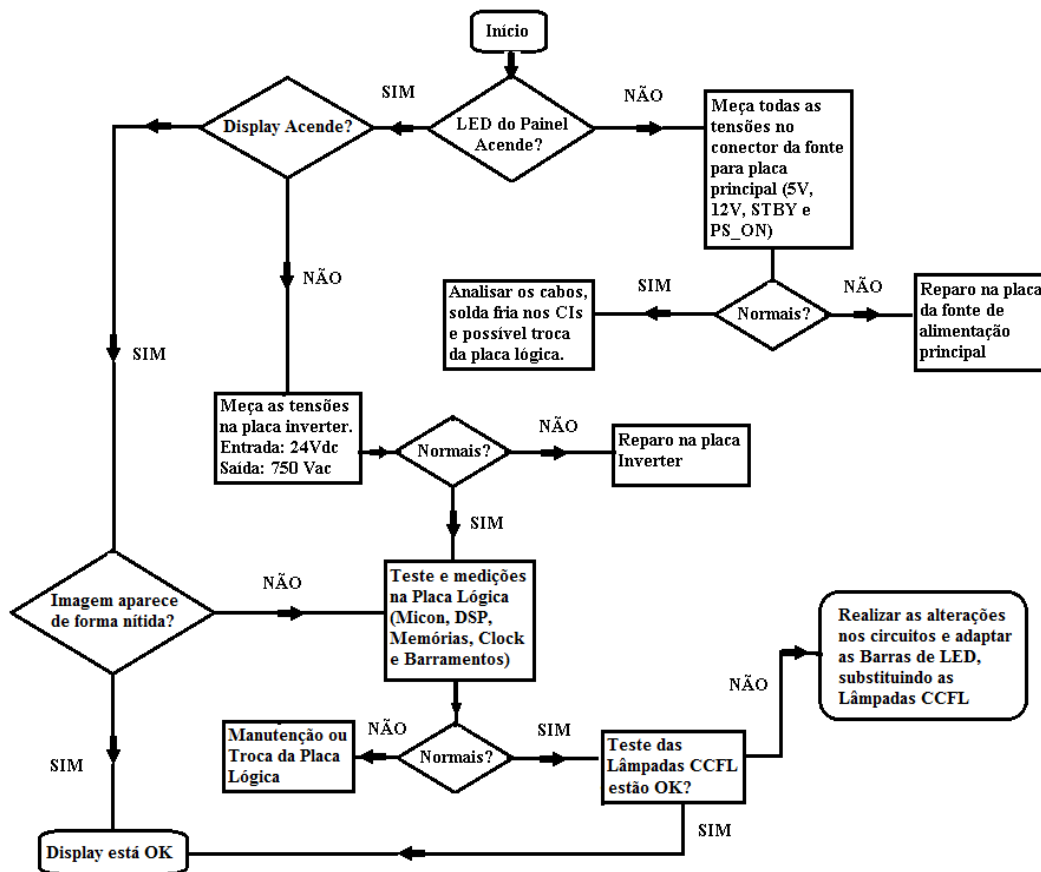
No caso da iluminação nas bordas, a luz é inicialmente direcionada ao centro da tela através de um guia óptico. Este guia é construído com fibra acrílica, uma vez que as resinas acrílicas são excelentes dispersoras de luz. Com este arranjo, cada LED das bordas pode permanecer aceso ao mesmo tempo e todos os outros são apagados, o que permite prever que a luz será espalhada de maneira satisfatória.

### 2.2 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 composta por lâmpadas fluorescentes CCFL. 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 2, para um diagnóstico preciso e eficaz na solução do problema. O objetivo é realizar todos os testes descritos no fluxograma para obter o máximo de exatidão possível em relação ao diagnóstico. A adaptação é recomendada, com a finalidade de recuperar o monitor de imagem e manter o funcionamento operacional do equipamento em unidades hospitalares, evitando assim o seu descarte. Contribuindo desta forma para a

diminuição de equipamentos descartados indevidamente e corroborando com uma melhoria da sustentabilidade.

Figura 2 – Triagem de falhas no formato Fluxograma



Fonte: Autores.

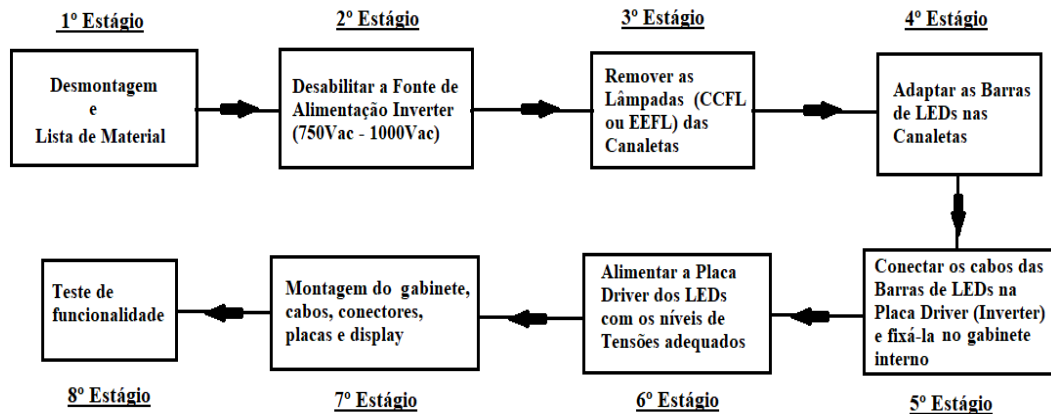
### 2.3 Detalhamento da Metodologia de Adaptação

A narrativa apresentada a seguir tem o objetivo de explicar os estágios da metodologia proposta através do fluxograma representado na Figura 3, 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, tanto na área médica, como na área de entretenimento. Com esta metodologia, pretende-se estabelecer uma sequência lógica de desenvolvimento técnico com o intuito de alterar e aperfeiçoar alguns circuitos eletrônicos em prol da necessidade de 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 se aplique essa metodologia de adaptação antes de uma análise completa do fluxograma visto na Figura 2, 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 deve ser realizada com critério, utilizando-se instrumentos de medida confiáveis e calibrados. Do primeiro ao último estágio, é recomendável o uso do manual de serviço do monitor, pois desta forma 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 3 – Metodologia de Adaptação no formato Fluxograma



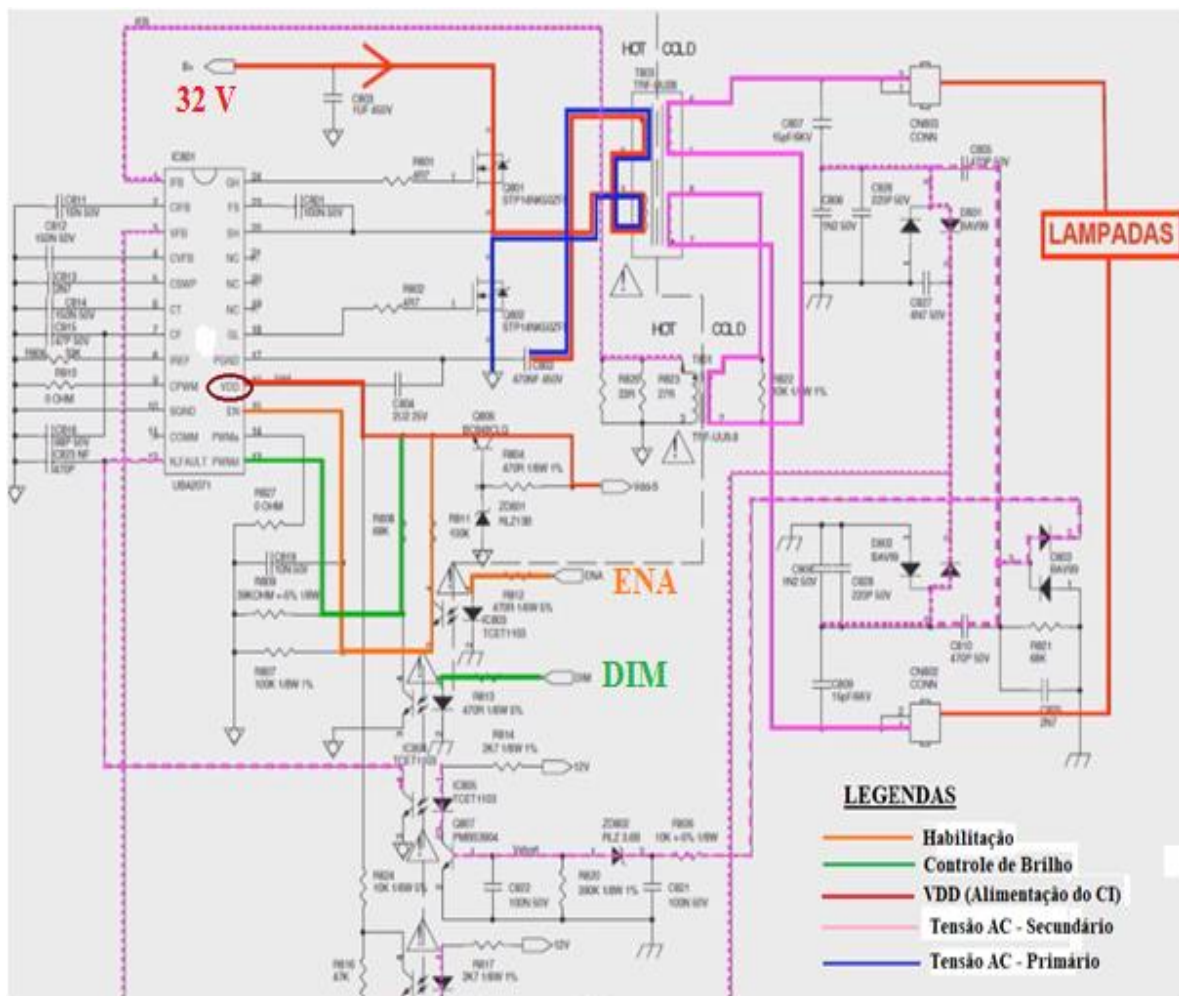
Fonte: Autores.

A desmontagem do gabinete, cabos, conectores, placas e display está inserida no primeiro estágio, dando início ao processo de adaptação, que segue o mesmo padrão de desmontagem de todo e qualquer equipamento eletrônico de imagem. A lista de material é composta por uma placa driver, duas barras de LEDs e um tubo de cola térmica, que são suficientes para obter bons resultados no processo de adaptação em display com dimensões de 15 polegadas.

O 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 sempre que o display está em funcionamento, ocorrendo um desgaste demasiado nas lâmpadas CCFL, diminuindo assim 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 pela Figura 4, tem-se o IC801 que tem como função a geração de sinais PWM. Esse circuito integrado possui 24 pinos no total e nos pinos 18 e 24 são geradas as saídas dos pulsos modulados para 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 circuito integrado oscilador de PWM e sem os pulsos modulados, a fonte inverter se encontra no estado desligado. Outra técnica a considerar, porém menos recomendável, é remover os resistores R801 e R802 que estão em série com os pinos 18 (GH) e 24 (GL) respectivamente. Com esse procedimento, os pulsos PWM não chegariam ao Gate do MOSFET e assim a fonte não seria armada. Nesse caso, o circuito integrado gerador de PWM estaria energizado todo instante e funcionando em loop.

Figura 4 – Fonte Inverter do Monitor Philips



Fonte: (BURGOS, 2016)

No terceiro, quarto e quinto estágios se fazem necessárias a remoção das lâmpadas CCFL, adaptação das Barras de LEDs e a conexão dos cabos na placa driver. As canaletas estão acopladas e posicionadas nas extremidades do display. Em seu interior encontram-se as lâmpadas CCFL, podendo ser instaladas duas lâmpadas em cada canaleta ou apenas uma de maior diâmetro. No monitor em estudo, encontram-se duas canaletas 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. Após esse estágio, é necessário instalar as barras de LEDs com seu respectivo conector, onde a escolha da 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. Com a finalidade de fixar as duas barras de LEDs nas canaletas, será utilizada 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 sua reparação ou reposição.

No sexto e sétimo estágios, estão as etapas de alimentação da placa driver e a montagem final. A fonte de alimentação principal gera uma tensão de 30 Vdc para alimentar a placa inverter e essa tensão irá alimentar o driver que será utilizado na adaptação, substituindo o circuito inverter desativado. Como as duas barras de LEDs estão em paralelo, logo a tensão em cada barra será a mesma (30 Vdc), porém a corrente total será dividida em proporções iguais

em cada seguimento. O seguimento de LEDs na área técnica também é chamado de canal, logo o processo de adaptação contém dois canais, onde a placa drive de LEDs pode ser alimentada com tensões contínuas que variam de 10 a 30 Volts.

No conector à esquerda, conforme ilustrado na Figura 5, 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 5 – Placa Driver

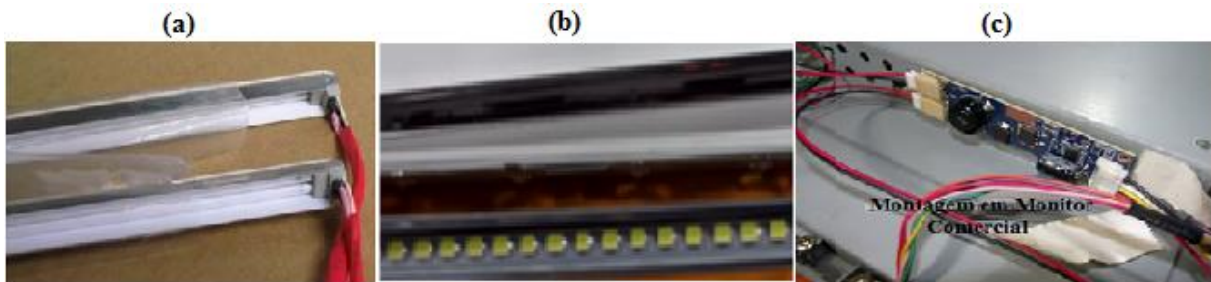


Fonte: Autores.

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, conforme mostrado na Figura 6(b), e fixadas nas mesmas posições que estavam quando continham lâmpadas CCFL como bem ilustra a Figura 6(a). 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 comercial, 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, conforme ilustrado pela Figura 6(c). Nessa simulação, foi constatada que a placa inverter deveria ser fixada na lateral da blindagem da fonte, liberando espaço físico para a instalação e passagem dos pequenos cabos.

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.

Figura 6 – (a) CCFL nas canaletas; (b) Barra de LEDs nas canaletas; (c) Placa Driver Instalada.



Fonte: Autores.

A qualidade das imagens exibidas pelos monitores de diversos seguimentos depende de uma série 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 referentes às cores, geometria da imagem e diversas outras funcionalidades citadas anteriormente. Além disso, o circuito adaptado realiza o controle de brilho através do pino Dim utilizando os mesmos comandos que são padrões de fábrica.

Portanto, como último estágio da adaptação, deve-se testar apenas o controle de luminosidade, via software através dos comandos do painel. 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 referente ao brilho no painel de controle do equipamento de ultrassonografia.

### 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 da literatura técnica e análises em diagramas esquemáticos dos fabricantes de monitores, conclui-se que a diferença entre o monitor LCD e LED consiste exatamente no tipo de tecnologia de iluminação traseira de cada display. A tecnologia LCD convencional utiliza lâmpadas fluorescentes que estão se tornando obsoletas, e 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 em outras áreas. As lâmpadas CCFL possuem maior custo e estão obsoletas no mercado, conforme já mencionado. Em contrapartida, as barras de LEDs possuem um menor custo e podem ser facilmente encontradas, 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 de 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, pode-se sugerir para trabalhos futuros a análise da viabilidade de emprego da metodologia proposta não apenas em monitores da marca Philips de 15 polegadas, conforme o estudo, mas também em monitores de outras marcas que se utilizam de circuitos semelhantes. Com isso pode-se evitar que uma infinidade de sucatas e componentes obsoletos seja descartada a cada ano, contribuindo para a redução das perdas econômicas em unidades hospitalares e diminuição da poluição ambiental. Uma vez realizada a adaptação de forma eficiente, salva-se o equipamento de um possível descarte, evitando-se que diversas partes metálicas e plásticas dos monitores LCD, que possuem componentes tóxicos, causem potenciais danos tanto ao meio ambiente, quanto à população.

As considerações aqui apresentadas devem ser entendidas como o resultado de um estudo piloto, e estas deverão ser ampliados e aperfeiçoados através de outros estudos, pois a variabilidade de tecnologias aplicadas em monitores, associada a sua degradação física com o tempo de vida, demanda que estes equipamentos devam 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.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, A. **Manutenção de Monitores Digitais**. 2º. edição. Rio de Janeiro, 2011.

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

CERRI, G. G. **Ultrassonografia Abdominal**. São Paulo: Sarvier, 1993.

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

**Manual Philips HD11**. Disponível em: <https://www.philips.com/products/hd11/>. Acesso em: 15 abr. 2019.

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

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

## MODEL FOR ADAPTATION OF AN LED DISPLAY IN AN ULTRASONIC EQUIPMENT USING AN LCD DISPLAY COUPLED IN ITS HARDWARE

**Abstract:** *The use of Ultrasonography (USG) equipment in hospital units has been increasing in recent years, since this radiographic technique is safe, since it does not use ionizing*

*radiation, and has an excellent cost / benefit ratio. 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, but the LCD technology is obsolete while the LED technology is in full expansion, due to cost, size, possibility of diversification, high luminous efficiency and energy. The obsolescence of LCD displays is due to the difficult acquisition and high cost of fluorescent lamps, which contains substances that are harmful to both the environment and the human being. The purpose of this work is to guide the assessment, identification and possible maintenance of LCD monitors, in order to avoid the disposal of the equipment and generate an environmental sustainability action. Based on the need to exchange fluorescent lamps, as 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-inch monitors, which extends to monitors from other areas. By adapting efficiently, it saves the equipment from possible disposal in an inappropriate or improper location, preventing the interests of future generations from being compromised by meeting the needs of the current generation.*

**Key-words:** *Ultrasonography. Monitor. LCD. LED. Sustainability*