

**ESTUDO DE VIABILIDADE PARA SUBSTITUIÇÃO DE MONITORES COM
TECNOLOGIA CRT E LCD POR LED****FEASIBILITY STUDY FOR REPLACING MONITORS OF CRT AND LCD
TECHNOLOGY WITH LED**Júnior José Mix Gonçalves¹<https://orcid.org/0000-0002-5216-2533>Carlos Eduardo Tosin²<https://orcid.org/0000-0003-0120-3101>Mauricio Damo Cunha³<https://orcid.org/0009-0008-0888-680X>Francieli Dalcanton⁴<https://orcid.org/0000-0003-0065-1279>Josiane Maria Muneron de Mello⁵<https://orcid.org/0000-0002-0450-6426>**Submetido: 13/05/2021 / Aprovado: 17/04/2023 / Publicado: 10/08/2023.****Resumo**

O interesse da sociedade por um desenvolvimento sustentável vem crescendo nos últimos anos. A preocupação com o meio ambiente, a busca por uma melhor qualidade de vida e os critérios econômicos precisam andar em paralelo. Dentro da área da tecnologia da informação, novas tecnologias surgem dia após dia, fazendo com que muitas outras se tornem obsoletas. Para exemplificar o exposto, pode-se citar os monitores de *Cathode-ray Tube* (CRT) que cederam espaço às telas de *Liquid Crystal Display* (LCD), que por sua vez perderam o posto para os displays de *Light Emitting Diode* (LED). O LED surge como tecnologia com foco na eficiência energética e na qualidade de resolução. Mas qual é o ganho energético do LED frente ao LCD? Pensando nisso, buscou-se analisar os benefícios energéticos de uma possível troca dos monitores CRT e LCD da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó), por monitores da referida tecnologia. Através de análises e comparações de critérios econômicos e energéticos, o presente estudo busca verificar se a proposta se encaixa dentro de todos os critérios abordados pela sustentabilidade. De posse dos dados resultantes da pesquisa, chegou-se ao entendimento de que a troca completa não seria viável, mas que os monitores do tipo LED, são a opção certa para novas aquisições.

¹ Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNO). E-mail: jrjunior2@unochapeco.edu.br

² Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNO). E-mail: carlos.tosin@udesc.br

³ Especialista em Engenharia Contra Incêndio e Emergências. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNO). E-mail: mauricio.damo@gmail.com

⁴ Doutora. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNO). E-mail: fdalcanton@unochapeco.edu.br

⁵ Doutora em Engenharia Química. Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNO). E-mail: josimello@unochapeco.edu.br



Palavras-chave: custo x benefício; display; sustentabilidade; LCD x LED; eficiência energética;

Abstract

The interest of society for sustainable development has been growing up in recent years. Concern for the environment, the quest for a better quality of life, and the economic parameters must go on in the same time. Inside the area of information technology, new technologies emerge day after day, making many others become obsolete. To illustrate the above, we can mention Cathode-ray Tube (CRT) monitors that given way to the Liquid Crystal Display (LCD) screens, which in this case have lost their position to the Light Emitting Diode (LED) displays. The LED comes as technology that has focus on energy efficiency and resolution quality. But what is the energetic gain of the LED face of the LCD? Thinking about that, we sought to analyze the energy benefits of a possible change of monitors CRT and LCD of the Community University of the Region of Chapecó (Unochapecó), by monitors of this technology. Through analyzes and comparisons of economic and energy parameters, the present study want to verify if the proposal fits within all the parameters addressed by sustainability. Based on the data resulting from the survey, it was understood that full exchange would not be viable, but LED monitors are the right choice for new acquisitions.

Keywords: cost x benefit; display; sustainability; LCD X LED; energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente preocupação da sociedade com o meio ambiente, estudar formas de otimizar o uso da energia elétrica nas mais diversas atividades é algo de extrema relevância, ante a necessidade de um desenvolvimento com um maior grau de sustentabilidade (FERNANDES; DOS SANTOS, 2018). Para se atingir um desenvolvimento sustentável, devem ser priorizadas as atividades que atendam às necessidades atuais sem comprometer a sociedade no futuro (OLIVEIRA, 2016).

A evolução das TICs (Tecnologia da Informação e Comunicações) é acelerada, a indústria, apesar disso, tem levado em conta práticas de T.I (Tecnologia da Informação) verde no desenvolvimento de novos produtos. Sampaio e Magalhães (2016) salientam que o movimento verde na área de T.I está preocupado em atrelar a sustentabilidade ambiental com a mesma. Encontra-se um exemplo desta preocupação na evolução das telas de computadores. Os monitores CRT (*Cathode-ray tube*) deram lugar às telas de LCD (*Liquid Crystal Display*), que por sua vez perderam o "título" de tecnologia com maior eficiência energética para as telas LED (*Light Emitting Diode*). Identifica-se nesta relação de consumo de energia elétrica, dos tipos supracitados de displays, a falta de pesquisas acadêmicas que atestem para aqueles que geram uma maior economia de eletricidade.

Constata-se que na literatura os poucos trabalhos que pretendem analisar o ganho de eficiência energética, através da troca de monitores, são aqueles que tratam da substituição de telas CRT por LCD. Cabe citar aqui alguns trabalhos, como o de Bier e Bassan (2015), que aborda as práticas sustentáveis de uma empresa, também Pontes e Giordano (2015), o qual levantam atitudes ecológicas adotadas por uma organização educacional, além de Herrmann (2018), tratando das práticas adotadas por uma corporação da área tecnológica, e por fim De Jesus *et al.* (2010), que comentam a troca de monitores na Unicamp (Universidade de Campinas).



O LED deixou de ser apenas um sinalizador de *standby* para se tornar componente principal de equipamentos que tem por finalidade a transmissão de imagens, em virtude do seu baixo consumo de energia elétrica e alta robustez (NOVICKI; MARTINEZ, 2008). Apesar de possuir características superiores ao LCD, o seu custo elevado o torna um entrave quando se pensa na substituição de muitos equipamentos (SILVA *et al.*, 2012).

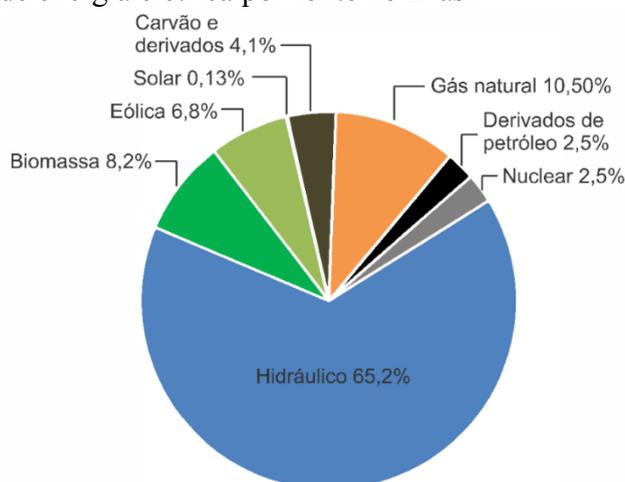
Face ao exposto, pretende-se identificar a relação custo-benefício na substituição dos monitores do tipo CRT e LCD por monitores do tipo LED nos laboratórios da universidade Unochapecó, bem como verificar se a aparente vantagem energética do LED se comprova.

1.1 Fontes De Energia Elétrica No Brasil

Em 2017, segundo dados da última pesquisa sobre as matrizes energéticas brasileiras, as principais fontes eram: gás natural, petróleo, produtos de cana, carvão mineral, energia elétrica, energia eólica e biodiesel. Em relação a geração de energia elétrica, naquele ano foi produzido 588 TWh (terawatt-hora), resultando um aumento de 1,6% em relação a 2016, valor superior a taxa de crescimento do consumo de 0,9% registrada no período. A oferta de energia elétrica interna do Brasil possui características de diversidade, sendo que 65,2% do total é de responsabilidade exclusiva das fontes hídricas, conforme pode ser visualizado na Figura 1, que apresenta o quadro da oferta interna por fonte de geração de energia elétrica no Brasil em 2018 (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018).

Observa-se ainda, através da Figura 1, que a principal fonte geradora de energia elétrica do Brasil, em 2017, era a hidráulica. Essa fonte está condicionada a fatores meteorológicos, devido a precipitação influenciar na capacidade de geração de energia (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018).

Figura 1. Oferta interna de energia elétrica por fonte no Brasil



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética, (2018) - Adaptado pelos autores.

Deste modo, em 2015, criou-se o sistema de bandeiras tarifárias, na tentativa de contingenciar o consumo de energia elétrica em épocas desfavoráveis para a geração. O sistema é categorizado em três modalidades, denominadas de bandeira verde, amarela e vermelha – cada qual apresenta uma condição de tributação específica sobre o kWh (quilowatt-hora) consumido. Na bandeira verde não ocorre nenhum acréscimo devido às condições favoráveis de geração de energia; na amarela é acrescido R\$ 0,01 por KWh consumido; na vermelha existem dois patamares: no primeiro a tarifa recebe um acréscimo de R\$ 0,03 e no segundo a tributação é de R\$ 0,05 por KWh (ANEEL, 2015).

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6353>

V. 20, N. 1 (2023)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

Nacionalmente, a relação entre o consumo e a produção de energia elétrica gera preocupações desde o início do século XXI, frente a uma possível crise energética que veio a se confirmar entre junho de 2001 e fevereiro de 2002. Nesse período ocorreu um racionamento de energia elétrica em todo o país, devido a oferta de energia não suprir o consumo solicitado (BARDELIN, 2004). Apesar de medidas terem sido tomadas desde então, como a instituição da Lei nº 10.295 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, que estabelece níveis máximos de consumo de energia e níveis mínimos de eficiência energética para máquinas e equipamentos elétricos fabricados ou comercializados no país (BRASIL, 2001). O Brasil enfrentou uma nova crise energética em 2021. A falta de chuvas em diversas regiões do país afetou o nível dos reservatórios das usinas hidrelétricas, que são responsáveis pela maior parte da produção de energia elétrica no país. Isso levou à necessidade de acionamento das usinas termelétricas, que são mais caras e poluentes, para suprir a demanda de energia. Essa crise hídrica reforça a importância da diversificação da matriz energética do país, com o aumento da participação de fontes renováveis, como a eólica e a solar.

1.1.1 Indicadores de eficiência energética

Atualmente o Brasil possui a Etiqueta de Eficiência Energética, utilizada como indicador de desempenho e atendimento de normas técnicas para produtos comercializados no país. Sua principal informação é a classificação do produto de acordo com sua eficiência, feita por ordem alfabética com a letra “A” possuindo o maior índice de eficiência e a letra “G” o menor - dependendo do equipamento e critérios de consumo estabelecidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). O objetivo deste selo é auxiliar o consumidor no momento da compra de um produto, gerando a compra consciente, além de promover a competitividade na indústria pela geração de tecnologias voltadas para a eficiência energética (INMETRO, 2017).

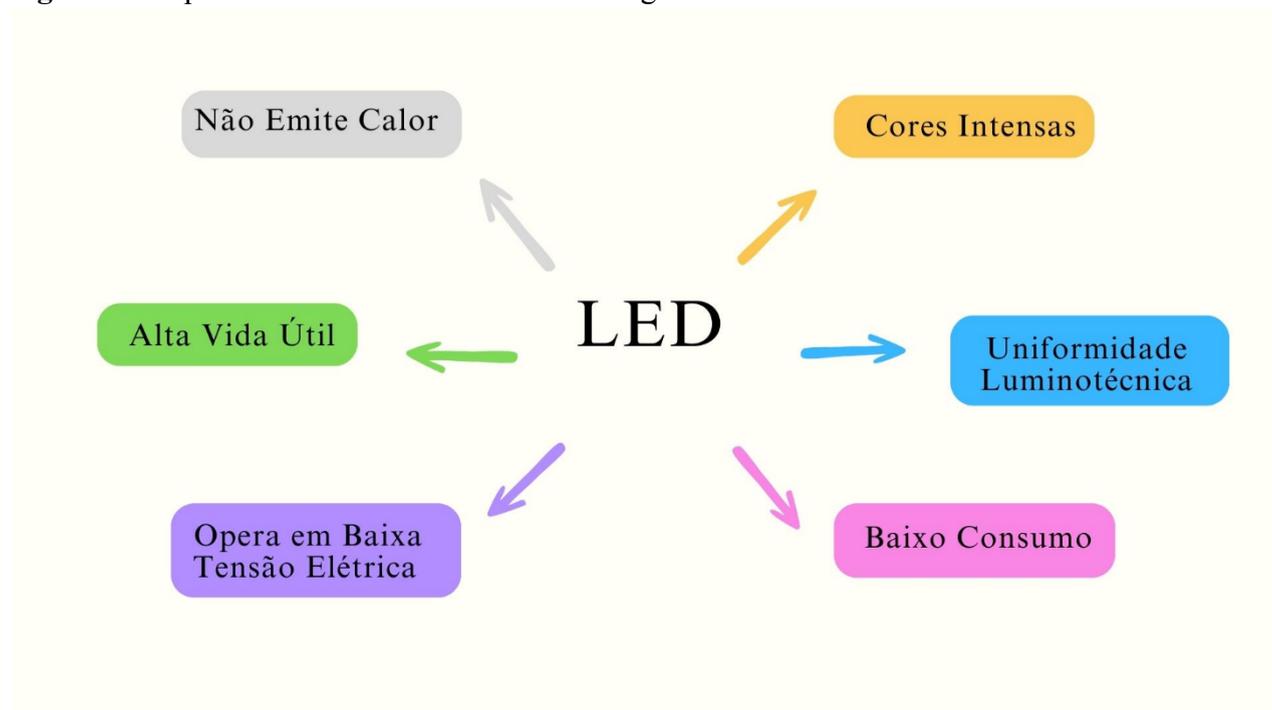
O Selo Procel (2006) de Eficiência Energética, concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, é um indicador que possui os mesmos objetivos da Etiqueta de Eficiência Energética. Para um produto receber o Selo Procel ele deve ser submetido a ensaios de laboratório e atingir índices de consumo e desempenho pré-estabelecidos pela Eletrobrás.

1.1.2 Monitores de computador

De acordo com Bhakar *et al.* (2015), os monitores de computador sofreram grandes avanços tecnológicos ao decorrer dos anos. A busca por melhorias nos equipamentos proporcionou o desenvolvimento das tecnologias CRT, LCD e, posteriormente, LED.

Os primeiros monitores possuíam a tecnologia CRT, que funciona através de um tubo de imagem de grandes dimensões e consumo energético elevado. Por sua vez, o LCD é formado por um cristal líquido confinado entre lâminas que são iluminadas por lâmpadas fluorescentes de catodo frio, possui tecnologia que proporciona um menor consumo de energia e dimensões compactas quando comparado ao CRT. O monitor LED possui a mesma estrutura dos monitores LCD, porém sua iluminação interna é feita por um diodo emissor de luz, o que proporciona inúmeras melhorias em relação às outras tecnologias, sobretudo no baixo consumo de energia (BHAKAR *et al.*, 2015; LIM, 2006). Dentre as melhorias, Scopacasa (2008) lista aquelas com maior relevância (Figura 2):



Figura 2. Mapa mental características da tecnologia LED

Fonte: elaborado pelos autores.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse estudo caracteriza-se como uma pesquisa de estudo de caso, de natureza aplicada, pois visa ampliar o conhecimento, tem tendência à aplicação prática e possui abordagem preponderantemente qualitativa. Quanto aos objetivos, essa pesquisa é caracterizada como descritiva, tendo como alvo a representação das características da população ou do fenômeno em estudo, ou seja, da realidade (APPOLINÁRIO, 2016; GIL, 2019).

A fim de embasar os resultados e atingir o objetivo desse estudo, foram coletados dados de equipamentos com patrimônio e informações referente ao custo médio do kWh durante o período de abril/2018 a março/2019, nos setores de patrimônio e de administração, da Unochapecó. Além disso, a caracterização dos monitores e suas especificações técnicas foram obtidas junto aos manuais de usuários disponíveis em meio digital, sendo que o consumo unitário médio adotado é resultante da média aritmética dos valores informados pelos fabricantes. Vale destacar que, a fim de estimar o consumo mensal de energia elétrica desses equipamentos, foi delineado em 8 (oito) horas diárias e 20 (vinte) dias por mês.

As análises de viabilidade econômica foram fundamentadas em indicadores de viabilidade (ABNT, 2002). Dentre as técnicas de engenharia econômica, optou-se por utilizar o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) os quais são os métodos mais comumente utilizados e eficientes para a tomada de decisão em análise de investimentos, além do payback que é aplicado em larga escala em virtude de ser um processo acessível (SCHROEDER *et al.*, 2005).

O VPL é calculado somando-se os fluxos de caixa futuros descontados pela taxa de desconto elevada ao número de períodos, subtraindo do resultado o investimento inicial. A fórmula matemática é a seguinte:

$$VPL = -I + (F1 / (1 + i)^1) + (F2 / (1 + i)^2) + \dots + (Fn / (1 + i)^n)$$

Onde:

I é o investimento inicial;

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6353>

V. 20, N. 1 (2023)



F_n são os fluxos de caixa no período n ;
 i é a taxa de desconto; e
 n é o número de períodos.

Já a TIR é a taxa de desconto que torna o valor presente líquido igual a zero. Ela pode ser encontrada a partir de uma tabela financeira ou através do uso de ferramentas computacionais. A fórmula matemática é a seguinte:

$$VPL = 0 = -I + (F_1 / (1 + TIR)^1) + (F_2 / (1 + TIR)^2) + \dots + (F_n / (1 + TIR)^n)$$

A TIR é a taxa de desconto que torna o VPL igual a zero, ou seja:

$$VPL = 0 = -I + (F_1 / (1 + TIR)^1) + (F_2 / (1 + TIR)^2) + \dots + (F_n / (1 + TIR)^n)$$

Dessa forma, ao aplicar as técnicas de VPL e TIR é possível avaliar a viabilidade financeira de um projeto de forma objetiva e compará-la com outras alternativas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1, apresenta os dados coletados e categorizados segundo a tecnologia empregada (CRT, LCD e LED), a quantidade de equipamentos por categoria, o consumo médio unitário calculado e seu consumo mensal. Vale ratificar que o consumo mensal de energia elétrica desses equipamentos foi delineado para 8 horas diárias e 20 dias por mês.

Tabela 1. Caracterização, quantidade e consumo de energia dos monitores.

Tecnologia do Monitor	Quantidade	Consumo Unitário Médio (kWh)	Consumo mensal (kWh/mês)
CRT	8	12,80	108,80
LCD	843	4,08	4.003,35
LED	380	3,07	1.142,27

Fonte: elaborado pelos autores.

Analisando a Tabela 1 é possível identificar que há predominância na quantidade dos equipamentos com tecnologia LCD frente às demais. Em relação ao consumo unitário médio, os monitores CRT consomem o triplo de energia elétrica quando comparado aos monitores de tecnologia LCD e o quádruplo quando comparado aos de tecnologia LED. Salienta-se que o consumo unitário médio do LCD é aproximadamente 25% maior que do LED.

Em um cenário suposto, assumindo que todos os aparelhos (1.231 unidades) tivessem o mesmo consumo unitário médio calculado de 3,07 kWh (Tabela 2), ou seja, o consumo unitário médio dos aparelhos de tecnologia LED apresentados na Tabela 1, o consumo mensal total seria de 72% do valor consumido atualmente (5.254,42 kWh/mês), proporcionando uma economia de aproximadamente 28% sobre o consumo de energia elétrica.

Tabela 2. Cenário suposto de consumo de energia elétrica.

Tecnologia do Monitor	Quantidade de	Consumo unitário suposto (kWh)	Consumo mensal (kWh/mês)
LED	1.231	3,07	3.779,17

Fonte: elaborado pelos autores.

Conforme dados do setor de administração da UNOCHAPECÓ, o custo médio do kWh nos últimos 12 meses foi de R\$ 0,85. Desse modo, é possível estimar o custo anual com energia elétrica consumida pelos monitores, tanto para o cenário atual (monitores CRT, LCD e LED) quanto para o cenário suposto (monitores com consumo de 3,07 kWh) (Tabela 3).



É possível identificar que, substituindo todos os monitores CRT e LCD por equipamentos de tecnologia LED (cenário atual x cenário suposto), haverá uma economia anual de aproximadamente R\$ 15.044,83 (28,08%).

Tabela 3. Cenário atual e cenário suposto.

Cenário	Consumo Mensal (kWh/mês)	Preço Médio R\$/kWh	Custo Mensal	Custo Anual
Atual	5.254,42	R\$ 0,85	R\$ 4.465,44	R\$ 53.585,30
Suposto	3.779,17	R\$ 0,85	R\$ 3.211,71	R\$ 38.540,47

Fonte: elaborado pelos autores.

Para que a tecnologia dos equipamentos seja substituída é necessário um aporte financeiro de aproximadamente R\$ 371.739,00 (Tabela 4). Nessa tabela, os monitores foram categorizados em 3 (três) classes, segundo as dimensões da tela, e o preço médio foi calculado com base nos preços informados por lojas de amplo conhecimento popular.

Tabela 4. Valor de investimento.

Classes de Monitores (polegadas)	Quantidade	Preço Médio	Investimento
15-18	493	R\$ 339,00	R\$ 167.127,00
18-21	182	R\$ 486,00	R\$ 88.452,00
21-24	176	R\$ 660,00	R\$ 116.160,00
Total	851		R\$ 371.739,00

Fonte: elaborado pelos autores.

3.1 Viabilidade econômica

O estudo de viabilidade econômica projetado levou em consideração o período de 25 anos, ou seja, a mesma duração da vida útil estimada para os equipamentos LCD e LED.

Primeiramente foi elaborado fluxo de caixa (Tabela 5), tendo como premissas o valor necessário para investimento (R\$ 371.739,00) e a economia anual gerada (R\$ 15.044,83) pela substituição das tecnologias de monitores. Além disso, foi definida a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) em 13,0%.

Tabela 5. Fluxo de caixa.

A no	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Fluxo de Caixa Acumulado Descontado
0	-R\$ 371.739,00	-R\$ 371.739,00	-R\$ 371.739,00
1	R\$ 15.044,83	R\$ 13.314,01	-R\$ 358.424,99
2	R\$ 15.044,83	R\$ 11.782,31	-R\$ 346.642,68
3	R\$ 15.044,83	R\$ 10.426,82	-R\$ 336.215,86
4	R\$ 15.044,83	R\$ 9.227,28	-R\$ 326.988,58
5	R\$ 15.044,83	R\$ 8.165,73	-R\$ 318.822,85
6	R\$ 15.044,83	R\$ 7.226,31	-R\$ 311.596,53
7	R\$ 15.044,83	R\$ 6.394,97	-R\$ 305.201,57

DOI: <http://dx.doi.org/10.24021/raac.v20i1.6353>

V. 20, N. 1 (2023)



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

A no	Fluxo de Caixa	Fluxo de Caixa Descontado	Fluxo de Caixa Acumulado Descontado
8	R\$ 15.044,83	R\$ 5.659,26	-R\$ 299.542,31
9	R\$ 15.044,83	R\$ 5.008,20	-R\$ 294.534,11
10	R\$ 15.044,83	R\$ 4.432,03	-R\$ 290.102,08
11	R\$ 15.044,83	R\$ 3.922,15	-R\$ 286.179,93
12	R\$ 15.044,83	R\$ 3.470,93	-R\$ 282.708,99
13	R\$ 15.044,83	R\$ 3.071,62	-R\$ 279.637,37
14	R\$ 15.044,83	R\$ 2.718,25	-R\$ 276.919,13
15	R\$ 15.044,83	R\$ 2.405,53	-R\$ 274.513,60
16	R\$ 15.044,83	R\$ 2.128,79	-R\$ 272.384,81
17	R\$ 15.044,83	R\$ 1.883,88	-R\$ 270.500,93
18	R\$ 15.044,83	R\$ 1.667,15	-R\$ 268.833,77
19	R\$ 15.044,83	R\$ 1.475,36	-R\$ 267.358,42
20	R\$ 15.044,83	R\$ 1.305,63	-R\$ 266.052,79
21	R\$ 15.044,83	R\$ 1.155,42	-R\$ 264.897,37
22	R\$ 15.044,83	R\$ 1.022,50	-R\$ 263.874,88
23	R\$ 15.044,83	R\$ 904,86	-R\$ 262.970,01
24	R\$ 15.044,83	R\$ 800,76	-R\$ 262.169,25
25	R\$ 15.044,83	R\$ 708,64	-R\$ 261.460,61

Fonte: elaborado pelos autores.

Com os dados tabulados, foi possível calcular o fluxo de caixa descontado e o fluxo de caixa acumulado descontado, sendo esses, as bases para calcular a TIR. Em análise de investimentos, quando o valor da TIR for maior que o valor da TMA há rentabilidade no investimento (CASAROTTO FILHO; KOPITTKE, 2010), contudo a TIR calculada foi de 0,09%, ou seja, menor que a TMA adotada. Desta forma, caracterizando a inviabilidade do investimento frente a esse indicador.

Ademais, em razão do fluxo de caixa acumulado descontado não apresentar valor positivo, não foi possível determinar o payback descontado para o período estipulado (25 anos), ratificando a inviabilidade do investimento no âmbito econômico, porém ainda é necessário avaliar a sustentabilidade em relação aos quesitos ambientais e sociais.

4. CONCLUSÃO

De posse dos dados, pode-se observar que os monitores LED proporcionam uma redução de cerca de 1.475,25 kWh/mês. Para que essa economia seja alcançada, seria necessário efetuar a troca de 851 displays, o que representaria um aporte financeiro de R\$ 371.739,00. Ao analisar os critérios para justificar tamanho investimento, ficou constatado que mesmo em 25 anos o retorno financeiro (payback), ainda não acontece, isso levando em conta parâmetros de engenharia econômica, como depreciação da moeda.

Para que um empreendimento se caracterize como sustentável, deve-se levar em consideração a humanidade, o lucro econômico e o meio ambiente. Os critérios financeiros, como visto, não foram atingidos, mas uma possível ação social da instituição, iria minimizar os danos ambientais causados pelo descarte dos aparelhos, bem como contribuir com a sociedade local.

Por fim conclui-se que se o objetivo da instituição é se caracterizar como sustentável, a ação de substituição dos monitores não se justifica. Entretanto, na aquisição de novos equipamentos, a tecnologia LED deve ser preferida. Salienta-se ainda, que é possível replicar o estudo em qualquer instituição, bastando apenas atualizar o número de equipamentos e o valor médio do kWh.



5. REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 14653-4: Avaliação de bens**. Rio de Janeiro. Brasil, 2002.

ANEEL, Agência Nacional De Energia Elétrica. (2019). **Bandeiras Tarifárias**. Brasília, DF, 2015. Acesso em 11 de maio de 2019. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>>.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

BARDELIN, C. E. A. **Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BHAKAR, V., AGUR, A., DIGALWAR, A. K., ; SANGWAN, K. S. Life cycle assessment of CRT, LCD and LED monitors. **Procedia CIRP**, v. 29, p. 432-437, 2015.

BIER, F., ; BASSAN, D. S. Responsabilidade social e ambiental: um estudo de caso em uma empresa de tecnologia em Porto Alegre. **Colóquio**, v. 12, n. 1, p. 149-164, 2015.

BRASIL, **Lei n. 10.295, de 17 de outubro de 2001**. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110295.htm>. Acesso em: 11 maio 2019.

CASAROTTO FILHO, N., ; KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

DA SILVA, D. B. Sustentabilidade no Agronegócio: dimensões econômica, social e ambiental. **Comunicação & Mercado**, v. 1, n. 3, p. 23, 2012.

DE JESUS, D., SILVA, M. F., OZAKI, M. T., ; DOS SANTOS FILHO, N. L. Substituição de monitores CRT por LCD nos laboratórios da Unicamp. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v. 5, n. 2, 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2018**. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

FERNANDES, C. H. V., ; DOS SANTOS, W.H. Economia verde: a importância das energias renováveis. **Prociências**, v. 1, n. 1, p. 62-73, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas. 2019.

HERRMANN, W. F. **TI verde: a implementação de práticas sustentáveis na empresa Dell Computadores**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão da Tecnologia da Informação) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2018.

INMETRO, Instituto Nacional De Metrologia, Qualidade E Tecnologia. **Carta de serviços ao usuário**. 2017. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www2.inmetro.gov.br/cartadeservicos/pdf/carta_servicos_inmetro.pdf>. Acesso em: 11 maio 2019.

LIM, S. K. LCD Backlights and light sources. **Proceedings of ASID**. p. 160-163, 2006.

NOVICKI, J. M.; MARTINEZ, R. **LEDs para iluminação pública**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2008.



OLIVEIRA, F.A.G. A Educação Ambiental como meio para a sustentabilidade. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 5, p. 39-52, 2016.

PONTES, F. N.; GIORDANO, F. Práticas de TI verde em uma empresa educacional para fomentar a responsabilidade socioambiental. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 118-126, 2015.

SELO PROCEL, Programa Nacional De Conservação De Energia Elétrica. **Selo Procel**. 2006. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B88A19AD9-04C6-43FC-BA2E-99B27EF54632%7D>>. Acesso em: 11 maio 2019.

SAMPAIO, F. V; MAGALHÃES, J. C. O. B. Mapeando A TI Verde em empresas de cidades da fronteira com o Uruguai. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 4, p. 117-129, 2016.

SILVA, T. R., KUBO, F. N., MALAQUIAS, M., ; SANTOS, I. N. Proposta de substituição de lâmpadas fluorescentes e monitores CRT's em edificações da FEELT com vista à eficiência energética. In: CEEL, Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica, 8., 2010, Uberlândia, Minas Gerais. **Anais [VII CEEL]**. Uberlândia, MG: CEEL, 2010.

SCHROEDER, J. T.; SCHROEDER, I.; DA COSTA, R. P.; SHINODA, C. O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. **Revista Gestão Industrial**, v. 1, n. 2, p. 33-42, 2005.

SCOPACASA, V. A. Introdução à tecnologia de LED. **Revista LA_PRO**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 5-10, 2008.

