

ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA POR APARELHOS EM *STANDBY* E POR REATORES E LÂMPADAS DANIFICADAS

¹Joelson Lopes da Paixão

RESUMO

A preocupação com o consumo de energia elétrica tem sido elevada nos últimos anos. Em vista disso, muitas alternativas vêm sendo propostas para reduzir o consumo em todos os setores. Há também, estudos sobre utilização de outras fontes de energia a fim de aliviar o atual sistema elétrico de potência brasileiro. Diante desta situação, este trabalho apresenta um estudo sobre o desperdício de energia que pode ocorrer nos lares, nas indústrias e nos comércios. Aqui são realizadas medições a cerca do consumo de energia de aparelhos eletroeletrônicos, que podem ficar no modo de espera. E também, a cerca das lâmpadas fluorescentes compactas e convencionais, as quais muitas vezes são mantidas em luminárias mesmo após terem queimado. O principal objetivo é quantificar a energia que se perde por manter tais dispositivos energizados. Para efetuar as medições, é utilizado o analisador de qualidade de energia Dranetz, modelos 4300 e 4400.

Palavras Chave: Desperdício de energia, Consumo no modo espera, Dranetz 4400, Lâmpadas fluorescentes danificadas, Energia vampira.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se intensificada a preocupação, por parte de grandes organizações gestoras de recursos ambientais, com o crescente incremento do uso de todas as fontes de energia. Estudos estatísticos mostram que, principalmente após a segunda Guerra Mundial, a exploração dos recursos naturais se tornou intensa. Neste ritmo o planeta, futuramente, tende a se tornar incapaz de manter supridas as necessidades da população.

¹Mestrando em Engenharia Elétrica. E-mail: joelson.paixao@hotmail.com

A partir deste cenário, o interesse por fontes de energias alternativas e por ações que buscam utilizar de forma racional os recursos energéticos passam a ser prioridades. Desta forma, esse tema tem sido recorrente nos mais importantes eventos mundiais que discutem os rumos do planeta e o uso dos recursos naturais.

No Brasil, essa realidade não é diferente, uma vez que se percebem ações, tanto dos governantes como da população, cada vez mais preocupados com o uso racional das fontes de energia. Procura-se, desta forma, meios de diminuir o consumo, evitar os desperdícios e ainda reduzir ao máximo o impacto ambiental que as principais fontes de geração de energia causam.

No caso da energia elétrica, a maior parte de energia gerada no Brasil, cerca de 65,2%, conforme (EPE, 2015) provém de fontes renováveis, como a hídrica. Estas fontes em condições normais de consumo e geração conseguem suprir o abastecimento de energia do Brasil; excluindo os horários de pico. No entanto, nesses últimos anos, com o aumento significativo no consumo e as más condições de geração; estas fontes não foram capazes de suprir a demanda diária. Nesta condição foi necessário acionar com maior frequência as usinas que usam fontes não renováveis, como: gás natural, carvão mineral e derivados de petróleo. A energia provida destas matrizes além de ser mais cara ao consumidor, também é prejudicial ao meio ambiente.

Percebe-se que, do ano 2000 em diante, houve uma elevação bastante íngreme na produção de todas as formas de energia. O gráfico do balanço energético realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) mostra claramente esse aumento (EPE, 2015).

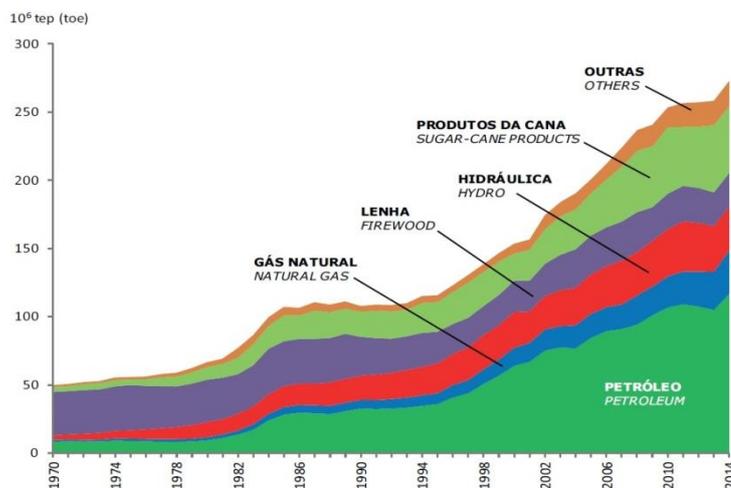


Figura 1: Fontes de produção de energia primária.

Fonte: (EPE, 2015).

Conforme mostrou a Figura 1, após o ano 2000, quase todas as fontes de energia duplicaram sua taxa de exploração. Como o planeta tende não suportar esses níveis de consumo por muito tempo, há a necessidade da inserção de fontes não poluentes e da moderação no consumo energético.

Ainda, de acordo com estudos da EPE, todos os principais setores consumidores de energia elétrica terão crescimento na demanda até 2021, como mostra a Tabela 1 (EPE, 2012, p. 2).

Tabela 1: Projeções do consumo total de eletricidade por classe (TWh) no Brasil.

Classe	2011 (Twh)	2021 (Twh)	% ao ano
Residencial	112	174	4,5
Industrial	225	346	4,4
Comercial	74	129	5,8
Outros	61	87	3,6
Total	472	736	4,5
Nota: Inclui autoprodução; para 2011, considerada estimativa preliminar do consumo de energia elétrica.			

Fonte: (EPE, 2012, p. 2).

Com base nos dados apresentados, fica evidente a importância de usar a energia elétrica racionalmente. Assim este trabalho se propõe a averiguar e quantificar os desperdícios de energia que ocorrem nos lares, a fim de mitigá-los e promover uma redução do consumo energético.

Entre as fontes de desperdício de energia investigadas, estão as lâmpadas fluorescentes e seus reatores com/ou sem defeito. E a chamada ‘energia vampira’ a qual é gasta por se manter aparelhos plugados na tomada ou no modo de espera, mesmo não estando utilizando-os.

Quanto à ‘energia vampira’, estima-se que seus principais consumidores são: TVs, rádios, receptores de antenas, micro-ondas, carregadores de *notebooks* e celulares e todos os demais aparelhos eletrônicos que podem ficar no modo de espera ou *standby*. Portanto esse trabalho objetiva estudar, investigar e analisar quantitativamente a energia que pode ser desperdiçada ou consumida sem gerar trabalho útil.

2. PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Nos processos que utilizam a eletricidade existem perdas de energia inevitáveis, e também, perdas que podem ser evitadas ou ao menos reduzidas. Com o avanço tecnológico que vem ocorrendo

nas últimas décadas, possibilitou-se uma série de melhorias na qualidade de vida da população. Tais tecnologias permitiram a criação de diversos eletrodomésticos e eletroeletrônicos que hoje são essenciais para o trabalho, para o lazer e para os demais usos no dia-a-dia.

Equipamentos como celulares, *smartphones*, computadores, *notebooks*, *nobreaks*, estabilizadores, rádios, televisores, *video games*, climatizadores, carregadores de eletrônicos portáteis, fornos micro-ondas, fornos elétricos, máquinas de lavar, etc, estão cada vez mais acessíveis, e conseqüentemente, presentes nos lares dos brasileiros. Embora toda esta tecnologia traga mais conforto e comodidade, por outro lado ela incorpora também despesas adicionais. Neste caso, mais especificamente, o aumento da conta de energia elétrica.

No entanto, esse aumento, pode ser reduzido. Muitos desses eletrônicos não necessitam ficar diuturnamente plugados à rede, uma vez que seu uso fica limitado a apenas algumas horas diárias. Mesmo assim, a população não tem o hábito de desconectar os aparelhos da tomada após o uso. A grande maioria dos eletrodomésticos não se desliga totalmente, permanecendo em *standby*. Portanto, continuam consumindo uma parcela de energia, sem fornecer trabalho.

Devido à quantidade de equipamentos deste tipo que podem atualmente ser encontrados em uma residência, por exemplo, no final do ano essa parcela pode aumentar significativamente a conta de energia. Sabe-se que é bastante usual, mas não correto, deixar equipamentos em espera e ainda deixar os carregadores sempre conectados, tudo isso em prol da comodidade.

Precisa-se observar, todavia, que existem equipamentos que embora não mantenham um constante funcionamento, necessitam ficar sempre conectados. Esse é o caso de refrigeradores, freezers, geladeiras, etc.

Outro meio de desperdício de energia podem ser as lâmpadas, principalmente as do tipo fluorescentes. Em comércios e em residências é bastante comum esse tipo lâmpada para a iluminação. Estas necessitam de um reator para funcionar e, frequentemente, uma ou mais lâmpadas chegam ao fim de sua vida útil antes das demais em uma mesma luminária. E na maioria desses casos a(s) lâmpada(s) com defeito não é (são) trocada(s) imediatamente. Durante todo o período em que a lâmpada queimada fica conectada ao reator e à luminária energizada, há desperdício de energia, pois a lâmpada e o reator continuam alimentados consumindo energia. Esse tipo de perda é considerado como não técnica, uma vez que pode ser evitada com mudanças de hábitos.

3. MEDIÇÕES E TESTES

Aqui serão apresentados os resultados das medições investigativas de consumos para eletrodomésticos que possuem o modo *standby* e de lâmpadas fluorescentes compactas e convencionais, que mesmo com defeito, continuam energizadas em luminárias. Também serão avaliados aparelhos eletroeletrônicos, tais como monitores de PC, impressoras, receptores de antenas de TV, etc. Para a realização dos testes práticos é utilizado o Dranetz modelos 4300 e 4400.

2.1. Analisador de qualidade de energia – Dranetz 4400

Para a realização dos testes práticos é utilizado o Dranetz modelos 4300 e 4400. Uma vez que este é o modelo mais recente e as configurações de ambos são bastante semelhantes.

O Dranetz é um analisador de qualidade de energia dos mais confiáveis e precisos encontrados no mercado. O aparelho permite a monitorar e salvar dados para circuitos do tipo: monofásicos, bifásicos e trifásicos. Ele é capaz de analisar conteúdo harmônico dos sinais, apresentar as potências instantâneas lidas, fazer a integração das potências para encontrar a energia e a demanda.

Também pode operar como osciloscópio, analisar e gerar histórico do comportamento do circuito monitorado. Permite verificar e avaliar transitórios ocorridos no sistema, entre outras funções. O Dranetz foi projetado para atender ambas as normas IEEE 1159 e IEC 61000-4-30, padrão classe A de acurácia e requisitos de medição. Na Figura 2 é mostrado o modelo 4400.



Figura 2: Dranetz modelo 4400.

Fonte: (Dranetz, 2015).

Neste trabalho, o Dranetz é utilizado para verificar o consumo de energia e as potências médias desenvolvidas por eletrodomésticos monofásicos. Para este tipo de medição, o aparelho deve ser instalado conforme mostra a Figura 3.

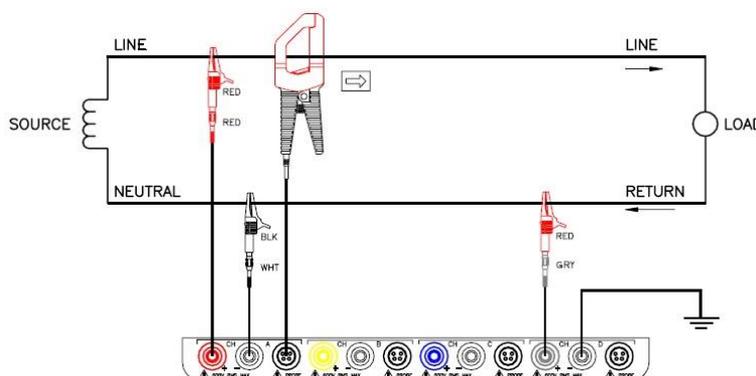


Figura 3: Modo de ligação do Dranetz para circuitos (aparelhos) monofásicos.

Fonte: (Dranetz, 2015).

Nas medições o Dranetz calcula as grandezas de potência da seguinte maneira:

Potência ativa média: É a média do produto das amostras instantâneas de tensão e corrente tomadas. Inclui sinal para indicar a direção do fluxo de potência, sendo (+) para o sentido da fonte para carga e (-) para o sentido da carga para fonte.

$$Watt = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N V_n I_n \quad (1)$$

onde: N = número de amostras.

V_n = Tensão da amostra n .

I_n = Corrente da amostra n .

Potência aparente: Valor sem sinal calculado usando o produto dos valores eficazes de tensão e corrente.

$$VA = V_{rms} I_{rms} \quad (2)$$

Potência aparente fundamental: Valor sem sinal calculado utilizando o produto dos valores eficazes das fundamentais da tensão e corrente.

$$VA = V_{fund}I_{fund} \quad (3)$$

Potência ativa fundamental: Valor com sinal calculado utilizando o produto da potência aparente fundamental e o cosseno do ângulo de fase entre as componentes de frequência fundamental da tensão em relação à corrente ($\theta = \theta_v - \theta_i$).

$$WATT_{fund} = VA_{fund}\cos(\theta) \quad (4)$$

Potência reativa fundamental: Valor com sinal calculado utilizando o produto da potência aparente fundamental e o seno do ângulo de fase entre as componentes de frequência fundamental da tensão em relação à corrente. ($\theta = \theta_v - \theta_i$).

$$WATT_{fund} = VA_{fund}\sen(\theta) \quad (5)$$

Verdadeiro fator de potência: É calculado dividindo potência ativa média pela potência aparente.

$$TPF = \left| \frac{WATT}{VA} \right| \quad (6)$$

Após essa sucinta abordagem a respeito do funcionamento do Dranetz serão inicializadas as medições de consumo. Tais medições foram feitas conforme mostra Figura 4.

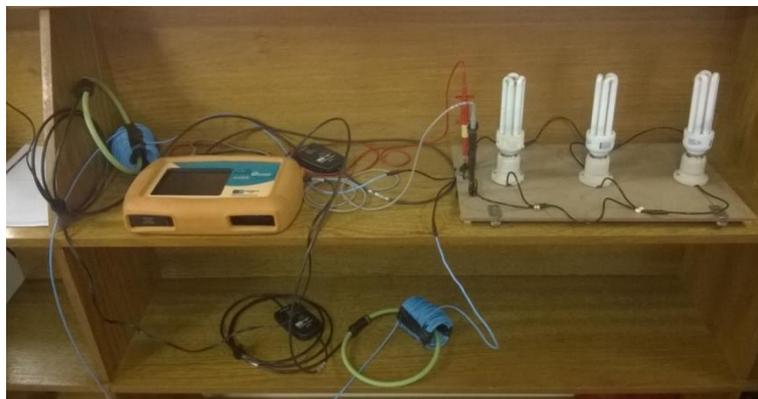


Figura 4: Medição do consumo de energia por 3 FLCs danificadas.

Fonte: (Do Autor, 2015).

Como exemplo das medições realizadas, na Figura 4 foi exposta uma plataforma com 3 lâmpadas fluorescentes compactas, na qual o Dranetz 4400 está conectado para realizar as medições.

2.2. Medições de consumo

Aqui são apresentadas as potências medidas de todos os aparelhos eletroeletrônicos estudados. Na Tabela 2 é apresentado o resumo do consumo verificado para cada caso de medição (aparelho eletroeletrônico investigado).

Tabela 2: Resumo geral das medições de consumo.

Descrição do aparelho medido	Potências lidas			
	W	VA	Var	FP
3 Lâmpadas fluorescentes compactas de 25W	0,22	0,431	0,371	0,51
1 lâmpada 40W com reator eletromagnético	5,118	20,29	19,09	0,252
2 lâmpadas 40W com reator eletromagnético	10,75	58,46	57,55	0,184
1 reator eletromagnético para 2 lâmpadas de 110W	15,05	161,8	160,5	0,093
2 lâmpadas 40W com reator eletrônico	0,119	1,025	1,009	0,11
Estabilizador com 6 tomadas de 1000VA no total	16,96	42,14	38,37	0,406
Estabilizador e CPU	75,41	102,1	66,22	0,735
Impressora laser monocromática	14,19	23,9	-19,14	-0,592
Carregadores de <i>notebook</i>	0,239	5,99	-5,96	-0,064
Televisores de tubo de 14 ou 20 polegadas	6,33	11,18	-9,3	-0,574
Televisores LCD de 42 ou 60 polegadas	0,31	14,75	-14,7	-0,021
Receptores de antenas parabólicas	5,5	7,64	5,3	0,72
Climatizadores de 18000BTU/h	0,293	4,79	-4,75	-0,07
Forno micro-ondas de 1000W	0,705	1,846	-1,765	-0,311
Carregadores de celular/ <i>smartphone</i>	-	-	-	-

Fonte: (Do Autor, 2015).

A partir das medições apresentadas na Tabela 2 serão montados perfis residenciais de consumo, para a verificação do quanto se perde em energia mensalmente, em decorrência do consumo de energia vampira.

3. ESTUDOS DE CASO

3.1. Residência familiar de um piso

Como primeiro caso de estudo, será considerada uma residência caracteristicamente popular. Com área construída inferior a 100m², uma casa típica para famílias com 4 ou 5 integrantes, com renda inferior a R\$ 4.000 por mês. Assim, adota-se que a casa possua uma sala pequena integrada com a cozinha, dois quartos, um banheiro, área de serviço e garagem. Para essa situação, de acordo com os eletrodomésticos que a residência provavelmente tenha; faz-se uma estimativa do quanto de energia desnecessária que pode ser consumida. A Tabela 3 mostra os possíveis aparelhos por cômodo, o tempo que ficam em espera e o total de kWh que consomem no mês.

Tabela 3: Consumo em espera em uma residência popular.

Cômodos	Aparelhos	Número de aparelhos	Horas por dia em espera	Total de horas no mês	KWh mensal
Quarto 1	Computador de mesa com estabilizador	1	3	90	6,7869
	Climatizador	1	18	540	0,1582
	Receptor de antena	1	20	600	3,3000
	TV de tubo de 20"	1	20	600	3,7980
Quarto 2	<i>Notebook</i> (carregador)	1	10	300	0,0717
Sala	Receptor de antena	1	18	540	2,9700
	Televisor LCD 42"	1	18	540	0,1674
Cozinha	Forno micro-ondas	1	23	690	0,4865
Total					17,73867

Fonte: (Do Autor, 2015).

Para esse caso, não foram consideradas lâmpadas queimadas, pois em residências pequenas não é muito usual instalar luminárias com fluorescentes convencionais. E as fluorescentes compactas são trocadas logo após o defeito. Para o computador de mesa com estabilizador, considerou-se que estes ficam em espera por até 3 horas diárias. Nas outras 21 horas restantes, ambos estarão em uso ou desconectados da tomada. Para esse caso, o consumo gerado pelos eletrodomésticos em *standby*, ficou

em, aproximadamente 17,73kWh por mês. Se for considerado que a família também possua um aparelho de DVD e um rádio que possam ficar em espera; o consumo mensal poderá ficar na faixa dos 20kWh.

3.2. Residência familiar de grande porte ou de 2 pisos

Considerando-se uma residência para pessoas de alta classe alta segundo a (SAE, 2012), com 4 ou 5 membros; onde a renda per capita é superior a R\$ 4687,00 por mês. Tal residência pode ter dois pisos ou ser de apenas um, com área construída superior a 100m². Para essa situação, pode se admitir que o lar possua três ou quatro quartos, dois banheiros, ampla área de serviço, sala de jantar e sala de estar, cozinha e garagem para dois carros.

Neste caso, de acordo com os eletrodomésticos que a residência provavelmente possua; faz-se uma estimativa do quanto de energia que se gasta com os aparelhos em espera. A Tabela 4 mostra os prováveis aparelhos por cômodo, o tempo que ficam em *standby* e o total de kWh que consomem durante o mês.

Tabela 4: Consumo em espera em uma residência de alta classe alta.

Cômodos	Aparelhos	Número de aparelhos	Horas por dia em espera	Total de horas no mês	KWh mensal
Quarto 1	Computador de mesa com estabilizador	1	3	90	6,7869
	Climatizador	1	18	540	0,1582
	Receptor de antena	1	20	600	3,3000
	Televisor LCD 42"	1	20	600	3,7980
Quarto 2	Climatizador	1	18	540	0,1582
	Receptor de antena	1	20	600	3,3000
	Televisor LCD 24"	1	20	600	0,1860
	<i>Notebook</i> (carregador)	1	10	300	0,0717
Quarto 3	TV tubo 20"	1	20	600	3,7980
	<i>Notebook</i> (carregador)	1	10	300	0,0717
	Receptor de antena	1	20	600	3,3000
Sala de jantar	Climatizador	1	22	660	0,1934

Sala de estar	Climatizador	1	20	600	0,1758
	Receptor de antena	1	18	540	2,9700
	Televisor LCD 42"	1	18	540	0,1674
Cozinha	TV tubo 20"	1	16	480	3,0384
	Forno micro-ondas	1	23	690	0,4865
Total					31,9602

Fonte: (Do Autor, 2015).

Como dito no caso anterior, para residências não é interessante a admissão de que haja lâmpadas queimadas energizadas. Para o computador de mesa com estabilizador, considerou-se que estes ficam em espera por até 3 horas diárias. Nas outras 21 horas restantes, ambos estarão em uso ou desconectados da tomada. Para esse padrão de residência, é bastante provável que haja também *home theaters*, rádios *micro system* e *video games*. Fazendo essas ressalvas, pode-se afirmar que o consumo em *standby*, que ficou em 31,96kWh por mês, pode tranquilamente chegar aos 40 kWh mensal ou muito próximo disso.

3.3. Resumo dos custos gerados

Para os casos estudados: casa popular e casa de classe alta; não foi analisado quanto de energia reativa o modo *standby* pode estar jogando na rede. Pois para instalações onde ainda se usam medidores eletromecânicos, essa energia não é contabilizada. No entanto, para instalações novas, na qual o medidor é eletrônico, deve-se cuidar para que o fator de potência não fique abaixo 0,92. Caso isso ocorra, o consumidor terá que pagar multa à concessionária.

O custo que essa energia desperdiçada gerará ao consumidor dependerá do valor do kWh cobrado pela concessionária e das taxas e impostos aplicáveis à conta. De acordo com o site da ANEEL para os consumidores residenciais, tipo B1, abastecidos por uma certa concessionária gaúcha, o valor do kWh é de R\$ 0,47132; para o período de 29/06/15 a 28/06/16. Logo, a casa popular, que teve seu consumo em 17,38 kWh/mês, terá um aumento na conta de R\$ 8,20 por mês + impostos.

Já a casa de padrão classe alta, que teve seu consumo em 31,96 kWh/mês terá um aumento na conta de R\$ 15,06 por mês + impostos. Portanto, no período de um ano, ambas as residências gastarão mais de R\$ 100,00 com energia desperdiçada. Considerando os impostos e as demais taxas inclusos no valor da conta, os aumentos mensais que ficaram em R\$ 8,20 e R\$15,06, respectivamente, podem praticamente dobrar.

De maneira geral, independente do tipo de ambiente, para evitar desperdícios de energia elétrica é aconselhável que os consumidores deixem os aparelhos que não estão em uso desenergizados. Quanto ao sistema de iluminação, a manutenção frequente e a substituição de lâmpadas e/ou reatores com defeito é a melhor solução para evitar perdas de energia e garantir que a luminotécnica necessária para o local seja mantida.

4. CONCLUSÕES

A redução das taxas consumo, de todos os tipos de recursos naturais, é um importante meio para amenizar a situação. Propostas de redução, para evitar desperdício são lançadas em todos os setores. No setor energético, isso comumente ocorre por meio de avisos na conta de energia e de propagandas via rádio ou pela TV; nas quais as concessionárias pedem que seus clientes ajudem a economizar. São dadas também dicas e informações para mudanças de hábitos.

Engajado com os problemas ambientais atuais, esse trabalho demonstrou o quanto de energia pode estar sendo desperdiçado nos ambientes residenciais. No estudo foram analisados vários tipos de aparelhos eletroeletrônicos que podem consumir energia desnecessariamente, como: eletrodomésticos, carregadores e lâmpadas, que comumente são mantidos conectados à rede após o uso.

Para os principais eletrodomésticos, presentes nos lares e nos demais ambientes destinados ao público, foram realizadas medições de consumo com os Dranetz, modelos 4300 e 4400. Nessas medições verificou-se qual era potência lida caso o eletrodoméstico estivesse em espera. Tal medição permitiu que a partir dos hábitos de uso, se pudesse estimar o quanto cada eletrodoméstico gastaria mensalmente de energia, sem realizar trabalho.

Esse estudo também esteve focado no caso de lâmpadas fluorescentes, as quais, mesmo após estarem danificadas, continuam fixadas à luminária e conectadas ao reator. Neste caso, verificou-se quanto o conjunto (lâmpada + reator) pode desperdiçar de energia. No entanto, o consumo não pode ser expresso como um valor fixo. Pois depende do estado de danificação da lâmpada e também do tipo de reator empregado. Assim, pode-se apenas dar uma ideia de qual deve ser a faixa de consumo para cada caso avaliado.

Para o caso das fluorescentes convencionais, com reatores eletromagnéticos, teve-se uma faixa de consumo considerável. A qual variou de aproximadamente 5Wh (lâmpada totalmente sem emitir luz) até 30Wh (lâmpada emitindo uma pequena parcela de luz). Já com reatores eletrônicos, esse consumo caiu bruscamente. Ficando na casa dos 120mWh (lâmpadas totalmente apagadas) até aproximadamente 8Wh (lâmpadas que acendiam parcialmente).

Em relação às lâmpadas fluorescentes compactas, de acordo com as medições, ficou provado que o consumo de energia após estarem queimadas é praticamente inexistente. Uma vez que, são necessárias 100 lâmpadas de 25W, sempre ligadas durante o mês inteiro, para consumir pouco mais que 5kWh. Nas simulações de consumo para ambientes residenciais, pode-se verificar que, para casas populares, o consumo em *standby* anual gira em torno dos R\$ 100,00. Já no caso das residências de pessoas de classe alta, o custo do consumo anual chega aos R\$ 180,00. Em ambos os casos, nos valores estimados, não estão embutidas as demais taxações e os impostos aplicáveis.

REFERÊNCIAS

Dranetz. (2015). *Power Guide 4400*. Acesso em 10 de agosto de 2015, disponível em Dranetz The Standard for Energy & Power Measurement: <http://dranetz.com/wp-content/uploads/2014/02/PG4400-UsersGuide-RevJ.pdf>

EPE. (2015). *BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL*. Ministério de Minas e Energia, Brasília.

EPE. (04 de Janeiro de 2012). *INFORME À IMPRENSA - Demanda de energia elétrica - 10 anos*. Acesso em 17 de Novembro de 2014, disponível em EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20120104_3.pdf

SAE. (2012). *Perguntas e Respostas sobre a Definição da Classe Média*. Acesso em 16 de novembro de 2015, disponível em Secretária de Assuntos Estratégicos: <http://www.sae.gov.br/wp-content/uploads/Perguntas-e-Respostas-sobre-a-Defini%C3%A7%C3%A3o-da-Classe-M%C3%A9dia.pdf>