



LUIZ CARLOS SILVA ROBERTO DE LIMA

TI VERDE: RESULTADOS DA APLICAÇÃO EM UM ÓRGÃO ESTADUAL

INCONFIDENTES-MG
2016

LUIZ CARLOS SILVA ROBERTO DE LIMA

TI VERDE: RESULTADOS DA APLICAÇÃO EM UM ÓRGÃO ESTADUAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação em Tecnologia em Redes de Computadores no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Redes de Computadores.

Orientador: André Luigi Amaral Di Salvo

**INCONFIDENTES-MG
2016**

LUIZ CARLOS SILVA ROBERTO DE LIMA

TI VERDE: RESULTADOS DA APLICAÇÃO EM UM ÓRGÃO ESTADUAL

Data de aprovação: 27 de Outubro de 2016

Me. André Luigi Amaral Di Salvo – IFULDEMINAS – Inconfidentes

Me. Alessandro de Castro Borges – IFULDEMINAS – Inconfidentes

Me. Max Wilson Oliveira – IFULDEMINAS – Inconfidentes

TI VERDE: resultados da aplicação em um órgão estadual

Luiz C. S. R. de Lima, André L. A. Di Salvo

luizcarlossrl@gmail.com, andre.amaral@ifsuldeminas.edu.br

Abstract: *Over the last few years, Brazil has faced one of the worst energy crisis in its history. Long periods of drought combined with an increase in energy consumption has caused the government to engender mechanisms aimed at energy consumption reduction. In computer-related sciences, this field of study is known as Green I.T.. This study aims at assessing the application of energy management in a public agency and analyzing the resulting impact. Results show that by simply putting this configuration into practice caused the daily consumption in the studied agency to fall by around 19%.*

Resumo: *Nos últimos anos, o Brasil enfrentou uma das piores crises energéticas de sua história. A falta de chuvas aliada ao aumento no consumo de energia, fez com que o Governo criasse mecanismos com o intuito de reduzir o consumo de energia. Na computação, essa área de estudo é denominada TI Verde. Este estudo tem como objetivo analisar a aplicação do gerenciamento de energia em um órgão público e analisar o impacto dessa adoção. Os resultados mostram que a simples prática desta configuração reduziu o consumo diário de energia do órgão estudado em cerca de 19%.*

Palavras chaves: TI; TI Verde; Gerenciamento de energia.

1. Introdução

Nos últimos anos, o Brasil enfrentou uma de suas piores crises energéticas da história (GARCIA, 2015). Diversos fatores contribuíram para isso, entre eles a falta de chuva, a falta de investimentos no setor elétrico e o aumento no consumo de energia. De acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2016), cerca de 62% de toda energia gerada no Brasil é proveniente de usinas hidrelétricas, que necessitam de grandes reservatórios de água para sua operação.

Para enfrentar a crise na geração de energia elétrica e tentar minimizar o consumo, em 2015 a ANEEL criou o sistema de Bandeiras Tarifárias. Similar a um semáforo de trânsito, as bandeiras indicam as condições de geração de energia e o valor referente ao quilowatt-hora (kWh). Essa ação do Governo, aliada a uma redução no consumo de energia pelas indústrias, ocasionou um declínio no consumo de 2,1% em relação à 2014 (EPE, 2016). Essa redução, apesar de importante, não resolve ainda o problema energético brasileiro.

Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo; *Bandeira amarela:* condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,015 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos; *Bandeira vermelha - Patamar 1:* condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,030 para cada quilowatt-hora kWh consumido. *Bandeira vermelha - Patamar 2:* condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,045 para cada quilowatt-hora kWh consumido. O sistema de bandeiras é aplicado por todas as concessionárias conectadas ao Sistema Interligado Nacional - SIN. A partir de 1º de julho de 2015, o sistema de bandeiras passou a ser aplicado também pelas permissionárias de distribuição de energia. (ANEEL, 2015, despacho número 1.365:01)

Em outro cenário, as medidas de contingenciamento de orçamento anunciadas a partir de 2015, e que impactaram os órgãos públicos nos anos de 2015 e 2016, fizeram com que os gestores buscassem mecanismos para redução de seus custos operacionais (IOF, 2016). Diversas medidas foram adotadas neste sentido, entre elas a redução nos gastos com diárias, redução da mão de obra terceirizada, redução no consumo de combustível, entre outras, que incluem a redução nos gastos com água e energia.

Reduzir o consumo de energia não é algo simples e requer em alguns casos a mudança de hábitos dos usuários envolvidos no processo. Na área de Tecnologia da Informação (TI) a busca pelo consumo racional de energia iniciou-se em 1992, ano no qual a Agência Americana de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency*, EPA) criou o programa *EnergyStar* (JOURNAA E KADRY, 2012). Este programa consistia em um selo que era concedido aos equipamentos eletrônicos que consumiam menos energia durante sua operação, ou seja, eram mais eficientes e eficazes durante a fase de operação. Desse selo surgiu o termo Green IT, que no Brasil ficou comumente conhecido como TI Verde. Diversos são os conceitos relacionados ao tema, porém, neste trabalho será considerada a definição proposta por MURUGESAN (2008), no qual

TI Verde é a prática de projetar, fabricar, utilizar e descartar equipamentos de TI de forma eficiente e eficaz sem nenhum ou com o mínimo impacto ambiental possível.

A adoção das práticas de TI Verde em ambientes organizacionais, além de possibilitar a redução no consumo de energia das infraestruturas de TI, pode contribuir também para a redução dos impactos ambientais. WILLIAMS et al. (2014) realizaram um estudo sobre o consumo de energia em ambientes de computação em nuvens e constataram que esses ambientes podem ser muito mais eficientes em termos de consumo de energia e emissões de CO₂ do que ambientes tradicionais de computação. Vale ressaltar que a computação em nuvens é a convergência de vários conceitos, entre eles a virtualização (MADHUBALA, 2012), que é uma das técnicas utilizadas em TI Verde para otimização de recursos e redução no consumo de energia elétrica.

Frente aos expostos, o objetivo deste trabalho é avaliar o quanto a adoção das práticas de TI Verde, especificamente gerenciamento de energia, podem contribuir para a redução no consumo de um órgão estadual de atendimento ao público.

2. Materiais e métodos

O presente trabalho foi realizado em duas etapas. A primeira, consistiu no levantamento de dados. A segunda, baseou-se na análise dos dados aferidos. Foi adotada uma pesquisa descritiva, moldado em formato de estudo de caso, onde apresentou os resultados da aplicação de práticas de TI Verde em um órgão estadual.

2.1. Objeto de estudo

O estudo considerou um importante órgão estadual, que por questões de sigilo, não pode ser identificado. Localizado no estado de Minas Gerais, possui no ano de 2016, 30 unidades espalhadas ao longo da extensão territorial. Direcionado ao atendimento público com ampla abrangência de serviços, o órgão disponibiliza em seu rol de atendimentos mais de 30 tipos de serviços, englobando desde atendimento a pessoa física até empresas de grande porte.

Para dar suporte a todas as atividades e serviços prestados ao cidadão, o órgão possui um parque de informática composto por cerca de 2200 (dois mil e duzentos)

computadores espalhados ao longo das 30 unidades. Neste estudo, foi considerado o órgão situado na cidade de Pouso Alegre, considerada uma das principais para o Sul de Minas.

O órgão estudado funciona de segunda a sexta-feira no horário compreendido entre 8h e 17h. Além deste período de atendimento público, outros serviços são realizados após o término do expediente. Atualmente, o órgão ocupa uma área aproximada de 1000 m² nos quais 60 funcionários utilizam uma infraestrutura de informática composta por 62 computadores, sendo 57 destinados ao atendimento ao público e 5 servidores de rede. Toda área do órgão é iluminada por 183 lâmpadas fluorescentes, que ficam acesas durante todo o horário de funcionamento.

2.2. Levantamento dos dados

Os dados utilizados nesse trabalho foram coletados *in loco* durante os meses de maio e junho de 2016.

2.2.1. Consumo de energia

Calcular o consumo de energia de equipamentos de TI não é algo simples e envolve diversas variáveis que podem influenciar no resultado obtido. CASTAÑÉ et al. (2013) apresentaram duas maneiras de aferir o consumo de energia de equipamentos de TI: i) pela potência declarada dos equipamentos, neste estudo denominado de T1; ii) por meio de multímetros conectados à placa mãe, T2. As duas maneiras possuem vantagens e desvantagens. Na primeira, a utilização da potência declarada pode gerar distorções no resultado final, pois nem sempre os equipamentos operam com 100% da sua carga de trabalho, porém, é a forma mais simples de obter os valores de consumo. A segunda pode apresentar resultados mais precisos, porém, necessita de acesso irrestrito aos equipamentos durante o seu funcionamento. Neste trabalho, devido às restrições de acesso às máquinas, foi considerada apenas a primeira maneira apresentada por CASTAÑÉ et al. (2013). Adicionalmente, alguns equipamentos foram monitorados por um wattímetro, que é um dispositivo que permite monitorar em tempo real o consumo de energia dos equipamentos interligados à ele. O modelo utilizado foi o Kill A Watt P4400. Essa técnica foi denominada nesse estudo como T3. Aferições referentes a

confiabilidade dos valores obtidos pelo Kill A Watt P4400 podem ser obtidas em PRADO, 2013. A Figura 1 apresenta o equipamento Kill A Watt utilizado neste estudo.

Figura 1 – Wattímetro Kill A Watt P4400 (PRADO, 2013)



Nos equipamentos monitorados por T1, a equação apresentada por CAVALCANTE (2016) foi utilizada. Nela, o consumo de energia elétrica (E_{el}) é calculado pela multiplicação da potência declarada pelo fabricante (P) pelo tempo em que o equipamento encontra-se ligado (Δt). A Equação 1 apresenta a fórmula utilizada.

Equação 1 – Cálculo do consumo de energia (CAVALCANTE, 2016)

$$E_{el} = P \times \Delta t$$

Onde:

- E_{el} é a energia elétrica (kWh);
- P é a potência (W);
- Δt é o tempo no qual os equipamentos permanecem ligados (s).

2.2.2. Aferição dos dados

Como visto anteriormente, somente as técnicas T1 e T3 foram consideradas nesse estudo. Os servidores de rede e os equipamentos de iluminação tiveram seus consumos aferidos por T1, com base na Equação 1. Para os servidores, foram considerados um Δt de 24 horas, 7 dias por semana. Esse período foi definido com base em estatísticas obtidas junto aos equipamentos, nos quais os mesmos só são reiniciados quando necessitam de atualização.

As lâmpadas tiveram um Δt de 10 horas diárias, contabilizadas de segunda a sexta-feira. Esse período é um pouco superior ao de funcionamento do órgão, devido aos serviços que são concluídos após o término de expediente.

Devido ao grande número de equipamentos de atendimento ao público, apenas 10% tiveram seus consumos aferidos por meio de T3. As máquinas que fizeram parte dessa amostra foram selecionadas com base nos serviços efetuados. Como todos os equipamentos possuem a mesma configuração, o consumo aferido foi praticamente o mesmo em todas as máquinas. A Tabela 1 apresenta as especificações desse equipamento.

Tabela 1 - Especificação técnica do equipamento (item #5) monitorado no estudo

Computador Dell Optiplex 790

Processador: Intel® Core™ I3 2120 3.30GHz

Memória RAM: 4GB DDR3 1333

Hard Disk: Seagate ST3250312AS 250GB

DVD-RW GH70N

Fonte ATX nominal D250ED

Monitor LCD Dell E1911

Mouse

Teclado

Sistema Operacional: Microsoft Windows 7 Professional, 64 Bits

Software's: Adobe Flash Player; Adobe Reader DC; Google Chrome; Java; K-Lite Mega Codec Pack; Mozilla Firefox; Microsoft Office Home and Business 2010; Symantec Endpoint Protection; WinRAR.



2.3. Gerenciamento de energia

Segundo GONÇALVES et. al. (2010), o gerenciamento de energia ou esquemas de energia são uma coleção de configurações pré-definidas que otimizam o consumo de energia de equipamentos. No Windows, sistema operacional utilizado nas máquinas monitoradas, dois modos de configurações são utilizados:

- i) *Stand-by*, que desliga periféricos de forma automática após um período de ociosidade. A reativação dos recursos desligados ocorre de forma rápida;
- ii) Hibernação, que também é ativado após um período de ociosidade, mas que diferentemente do modo *stand-by*, necessita de um tempo maior para reativação. Esse modo economiza mais recursos energéticos.

Além desses 2 modos, o Windows possui 3 planos de configurações pré-definidos, que auxiliam os usuários a definir um padrão de economia de energia. Os planos pré-definidos são eles:

- *Equilibrado* - Este plano oferece desempenho total quando você precisa tê-lo e economiza energia durante os períodos de inatividade;
- *Economia de energia* - Este plano economiza energia reduzindo o desempenho do sistema. Muito útil para usuários de computadores móveis que necessitam de maior autonomia de seu equipamento para desempenhar atividades com apenas uma única carga de bateria;
- *Alto desempenho* - Plano para maximizar a capacidade de resposta e o desempenho do sistema.

2.4. Cenários avaliados

Para execução deste trabalho foram elaborados 3 cenários. Cada cenário apresentou uma modificação no esquema de gerenciamento de energia.

No cenário #1 apresenta a situação atual do órgão. Neste cenário, os servidores funcionam 24 horas/dia, de segunda a domingo. Os computadores de atendimento ao público permanecem ligados por um período de 9 horas/dia, de segunda a sexta-feira,

mesmo sem utilização. Nenhuma das máquinas possuem os recursos de gerenciamento de energia ativados.

O cenário #2 propôs uma configuração simples de gerenciamento de energia no sistema operacional dos computadores destinados ao atendimento ao público. Esta configuração possibilitou o desligamento dos monitores após 3 minutos de ociosidade, e ativação do modo *stand-by* após 5 minutos.

No cenário #3, a configuração de gerenciamento de energia foi aprimorada, habilitando o modo hibernação. Para este cenário, além do desligamento dos monitores após 3 minutos de ociosidade e a ativação do modo *stand-by* após 5 minutos, as máquinas foram configuradas para entrar no modo hibernação após 10 minutos.

Nos três cenários foram mantidas a infraestrutura de iluminação baseada em lâmpadas fluorescente que permanecem ligadas por um período de 10 horas/dia, de segunda a sexta-feira.

3. Resultados e discussões

A Tabela 2 apresenta a infraestrutura de TI e iluminação analisada neste estudo. Todos os dados foram coletados *in loco*. Pode-se observar que os equipamentos de atendimento ao público (item #5) e as lâmpadas (item #1) apresentam o maior quantitativo.

Tabela 2 – Infraestrutura de TI e iluminação

Item	Equipamento	Quant.
1	Lâmpada Fluorescente Tubular Philips TLDRS32W-S85-ECO	180
2	Lâmpada Fluorescente Espiral Lorenzetti 3U1B20	3
3	Servidro Dell PowerEdge T420	1
4	Servidor CPU convencional	4
5	Computador Dell Optiplex 790	57

A Tabela 3 apresenta o consumo de energia da infraestrutura de TI e iluminação do Cenário #1. É possível observar que os computadores destinados ao atendimento do

público (item #5) são os que mais consomem energia, seguido pelo gasto com iluminação. O consumo total diário de energia do Cenário #1 é de 164 kWh/dia.

Tabela 3 – Consumo atual da infraestrutura de TI e iluminação (Cenário #1)

Item	Equipamento	Quant.	Potência (W)	Técnica utilizada para aferir o consumo	Tempo de utilização (horas)	Consumo diário (kWh)	%
1	Lâmpada TLDRS32W-S85	180	32	T1	10	57,60	35,09
2	Lâmpada 3U1B20	3	20	T1	10	0,60	0,37
3	Serv. Dell PowerEdge T420	1	990	T1	24	23,76	14,47
4	Serv. CPU convencional	4	135	T1	24	12,96	7,89
5	Comp. Dell Optiplex 790	57	135	T3	9	69,25	42,18

A Tabela 4 apresenta o consumo de energia aplicando práticas de TI Verde propostas no Cenário #2. Observando que os computadores de atendimento ao público foram os responsáveis pelo maior consumo de energia no Cenário #1, os resultados obtidos mostram que o consumo diário de energia destes foi reduzido em cerca de 32% (69,25 kWh/dia para 47,19 kWh/dia). Os demais itens permaneceram inalterados. O consumo total diário reduziu de 164 kWh/dia para 142 kWh/dia, uma melhoria de 13%.

Tabela 4 – Consumo da infraestrutura de TI e iluminação (Cenário #2)

Item	Equipamento	Quant.	Potência (W)	Técnica utilizada para aferir o consumo	Tempo de utilização (horas)	Consumo diário (kWh)	%
1	Lâmpada TLDRS32W-S85	180	32	T1	10	57,60	40,53
2	Lâmpada 3U1B20	3	20	T1	10	0,60	0,42
3	Serv. Dell PowerEdge T420	1	990	T1	24	23,76	16,72
4	Serv. CPU convencional	4	135	T1	24	12,96	9,12
5	Comp. Dell Optiplex 790	57	92	T3	9	47,19	33,21

A Tabela 5 apresenta os resultados do consumo de energia do Cenário #3. Neste cenário, foi possível constatar que alguns computadores não consumiram energia no período monitorado. Uma análise feita para avaliar essa situação permitiu verificar que 12 máquinas destinadas ao atendimento ao público ficavam ociosas o dia inteiro. De

acordo com funcionários do setor, essas máquinas são *backups* caso alguma máquina venha apresentar problemas no período de atendimento. Neste novo cenário, o consumo total diário de energia foi de 132 kWh/dia, alcançando uma redução total de cerca de 19% em relação ao Cenário #1.

Tabela 5 – Consumo da infraestrutura de TI e iluminação (Cenário #3)

Item	Equipamento	Quant.	Potência (W)	Técnica utilizada para aferir o consumo	Tempo de utilização (horas)	Consumo diário (kWh)	%
1	Lâmpada TLDRS32W-S85	180	32	T1	10	57,60	43,58
2	Lâmpada 3U1B20	3	20	T1	10	0,60	0,45
3	Serv. Dell PowerEdge T420	1	990	T1	24	23,76	17,98
4	Serv. CPU convencional	4	135	T1	24	12,96	9,8
5	Comp. Dell Optiplex 790	45	92	T3	9	37,26	28,19
6	Comp. Dell Optiplex 790	12	0	T3	9	0	0

A Tabela 6 apresenta um comparativo do item #5 ao longo do estudo. É possível observar como a aplicação do gerenciamento de energia permitiu uma redução crescente em relação ao consumo de energia. Essa redução proporciona, mesmo que de forma indireta, um menor impacto ambiental na geração de energia.

Tabela 6 – Comparativo entre os equipamentos através dos cenários

Cenário	Item	Equipamento	Quant.	Consumo Diário (kWh/dia)	%	Ganho (%)
1	5	Comp. Dell Optiplex 790	57	69,25	42,18	
2	5	Comp. Dell Optiplex 790	57	47,19	33,21	31,85
3	5	Comp. Dell Optiplex 790	45	37,26	28,19	46,20
3	6	Comp. Dell Optiplex 790	12	0	0	

Um estudo complementar foi realizado analisando a possível substituição de todas as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas equivalentes de *Light Emitting Diode* (LED). Neste caso, as lâmpadas fluorescentes tubulares de 32W (modelo T8) foram substituídas por lâmpadas de LED equivalentes de 20W. Essa conversão seguiu a tabela disponível no site (<http://www.led.entre.com.pt/chart-equivalence>).

Para a substituição da iluminação do órgão, uma análise de custo dos gastos com a troca foi realizada. Os valores das lâmpadas foram obtidos em KALUNGA (2016). O custo total para adquirir 183 lâmpadas LED foi de R\$ 5.305,17.

Considerando o Cenário #3, a economia com energia ao final de um ano é cerca de R\$ 6.700,00, valor este que poderia ser convertido em prol da substituição das lâmpadas.

A Tabela 7 e os Gráficos 1, 2 e 3 apresentam um comparativo entre os cenários estudados, aplicando as técnicas de gerenciamento de energia e com a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED.

Tabela 7 – Comparativo entre os cenários no consumo diário

Cenário	Consumo Diário (kWh)			Ganho simples (%)	Ganho acumulado (%)
	Lamp. Fluorescentes	Lamp. LED			
1	164,175	142,275		13,34	13,34
2	142,116	120,216		15,41	26,77
3	132,180	110,218		16,61	32,86

Gráfico 1 – Consumo total diário de energia com lâmpadas fluorescentes (kWh)

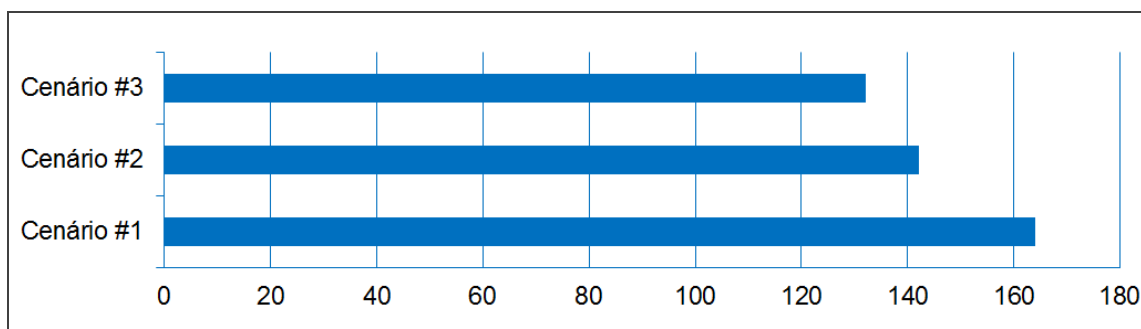


Gráfico 2 – Consumo total diário de energia com lâmpadas LED (kWh)

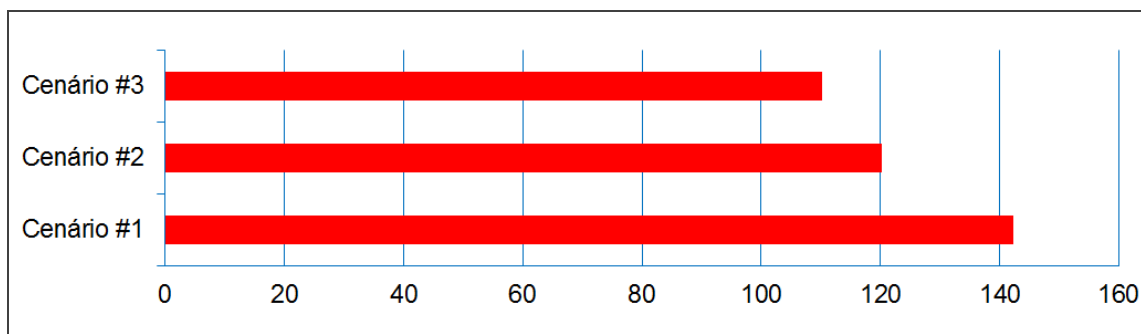
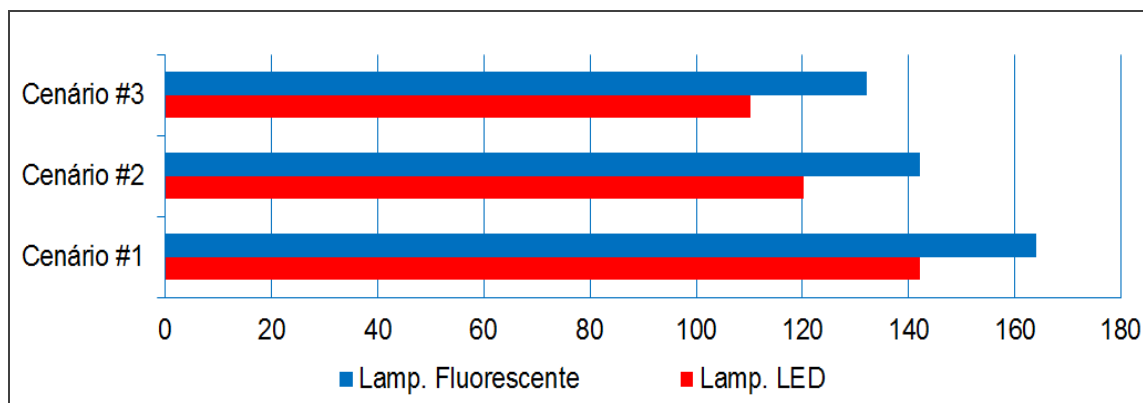


Gráfico 3 – Comparativo consumo total diário de energia entre os cenários (kWh)



4. Conclusão

A aplicação das práticas de TI Verde na organização pública estudada mostrou-se amplamente viável, principalmente se todas as lâmpadas fluorescentes fossem substituídas por LED. A redução inicial somente com a configuração do gerenciamento de energia no Cenário #3 resultou em uma queda de aproximadamente 19% no consumo diário de energia (164 kWh/dia para 132 kWh/dia). Em termos financeiros, essa redução implica em uma economia de cerca de R\$ 17,00/dia em bandeira verde e de quase R\$ 19,00/dia em bandeira vermelha, adotando os valores do kWh adotados pela CEMIG (2016). A economia aos cofres públicos em um ano poderia chegar a cerca de R\$ 6.700,00.

Os resultados aqui obtidos não são via de regra para todas as empresas e cada uma deve ser analisada de forma independente, buscando implementações no gerenciamento de energia que atendam suas demandas específicas.

Referências

- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. “*Despacho N° 1.365*”, de 5 de maio de 2015.
- ANEEL. *Matriz Energética Elétrica*, 2016. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em Agosto 2016.
- CASTAÑÉ, G. G. NÚÑEZ, A., LLOPIS, P. CARRETERO, J.. *E-mc2: A formal framework for energy modelling in cloud computing*. Simulation Modelling Practice and Theory 39. 2013. 56–75.

- CAVALCANTE, K. G. "Energia elétrica"; Brasil Escola. 2016. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/energia-eletrica.htm>>. Acesso em Novembro de 2016.
- CEMIG. *Valores de tarifas e serviços*, 2016. Disponível em <https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx>. Acesso em Agosto 2016.
- EPE. *Consumo de energia elétrica no Brasil cai 2,1% em 2015*, 2016. Disponível em <<http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumodeenergiael%C3%A9tricacai2,1nopa%C3%ADsem2015.aspx?CategoriaID=>>>. Acesso em Maio 2016.
- GARCIA, G.. *Brasil enfrenta a pior crise energética da história*, 2015. Disponível em <<http://noblat.oglobo.globo.com/geral/noticia/2015/01/brasil-enfrenta-pior-crise-energetica-da-historia.html>>. Acesso em Abril 2016.
- GONÇALVES, F. A., IAIONE, F., GONÇALVES, F. A.. *Sistema para Redução do Consumo de Energia em Computadores*, 2010. Disponível em: <http://www.inf.pucminas.br/sbc2010/anais/pdf/semish/st01_02.pdf>. Acesso em Setembro 2016.
- IOF. *Governador anuncia contingenciamento de R\$ 2 bilhões em Minas Gerais para enfrentar a crise*, 2016. Disponível em <[http://www.iof.mg.gov.br/index.php/?acao-do-governo/acao-do-governo-arquivo/Governador-anuncia-contingenciamento-de-R\\$-2-bilhoes-em-Minas-Gerais-para-enfrentar-a-crise.html](http://www.iof.mg.gov.br/index.php/?acao-do-governo/acao-do-governo-arquivo/Governador-anuncia-contingenciamento-de-R$-2-bilhoes-em-Minas-Gerais-para-enfrentar-a-crise.html)>. Acesso em Novembro 2016.
- JOUMAA, C., KADRY, S.. *Green IT: case studies*. Energy Procedia 16 (1052-1058). Elsevier.
- KALUNGA. *Lâmpada LED tubular 20w 1800 Lumens bivolt branca Elgin CX 1 UN*, 2016. Disponível em <<http://www.kalunga.com.br/prod/lampada-led-tubular-20w-1800-lumens-bivolt-branca-elgin/434415>>. Acesso em Dezembro 2016.
- MADHUBALA, R.. *An Illustrative Study on Cloud Computing*. International Journal of Soft Computing and Engineering 1, 2012, ps. 286-290.
- MURUGESAN, S.. *Harnessing Green IT: Principles and Practices*. IEEE IT Professional, January–February 2008, pg 24-33.
- PRADO, M. F. *VMWARE X XEN: Um estudo comparativo da eficiência energética*. 2013. 55 f. Trabalho de conclusão de curso em Redes de Computadores. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes. 2013.
- WILLIAMS, D. R., THOMOND, P., MACKENZIE, I.. *The greenhouse gas abatement potential of enterprise cloud computing*. Environmental Modelling & Software 56, 2014, ps. 6-12.