



ANÁLISE ENERGÉTICA DO USO GARRAFAS PET PARA A ILUMINAÇÃO NATURAL DE UM GALPÃO INDUSTRIAL

Gustavo Luís Benini¹ (gustavolbenini@hotmail.com), Andrea Parisi Kern¹ (apkern@unisinis.br)
1 UNISINOS - UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS

RESUMO

A construção civil caminha para uma era de construções mais verdes e com melhor desempenho, o reuso de materiais industrializados nas edificações é uma solução que pode aliar baixo custo e sustentabilidade, embora os materiais não tenham sido projetados com este objetivo, eles podem ter uma adaptação à função muito boa, portanto a mesma deve ser avaliada quanto a alterações das variáveis de interesse que serão alteradas na edificação. Este trabalho utiliza uma simulação energética através do software Energyplus para avaliar as alterações luminosas e térmicas em um galpão industrial (25x16m) com a utilização de lâmpadas de garrafa pet para a iluminação. Os resultados preliminares com um modelo de 336 garrafas pet apontam para uma redução na temperatura média anual de 0,03°C, além da diminuição de 40% na necessidade do uso de iluminação artificial. Os resultados apontam que a utilização de lâmpadas de garrafa PET podem ser uma boa alternativa para a iluminação de um galpão industrial, e abre espaço para estudos mais aprofundados de comparativos com outros métodos.

Palavras-chave: Lâmpadas PET; Lâmpada de moser; Iluminação natural;

ENERGY ANALYSIS FOR APPLYING PET BOTTLES AS DAYLIGHTING METHOD IN AN INDUSTRIAL WAREHOUSE

ABSTRACT

Civil construction moves toward a new era, giving priority to green development. The reutilization of industrialized materials on the buildings can combine low-cost and sustainability, although the materials were not designed with this purpose, the reutilized materials may be very responsive to the new situations. This paper runs energy simulation through the software Energyplus™ to evaluate thermal and illuminance performance changes in a warehouse (25x16m) setting PET bottles on the roof as a daylighting method. The preliminary results using a 336 bottles model results in about 40% energy economy and 0.03 °C reduction on the annual temperature average.

Keywords: PET Lamp; Litter of light; Daylighting;

1. INTRODUÇÃO

A iluminação foi responsável por cerca de 19% do consumo de energia do setor comercial/industrial dos Estados Unidos (EIA,2015). A redução deste valor passa pelo uso da iluminação natural, como por exemplo utilizando mais janelas, claraboias ou ainda adotando lâmpadas com maior eficiência energética.

A fundação Myshelter nas Filipinas adotou a estratégia de posicionar Garrafas PET em aberturas no telhado construídas com este propósito, esta estratégia foi utilizada em casas de baixa renda do país, onde cerca de 140.000 casas receberam este implemento até o ano de 2013 (ZOBEL, 2013). A Figura 1 apresenta uma fotografia da utilização de garrafas PET para a iluminação de residências de baixa renda. A aplicação deste implemento em diferentes setores da economia pode ser muito útil, já que o mesmo reutiliza materiais industrializados, é de baixo custo e pode prover uma economia de longo prazo.



Figura 1. Lâmpada de garrafa PET instalada em uma residência em horário diurno



Retirado de: <http://gshow.globo.com/programas/mais-voce/O-programa/noticia/2012/06/mineiro-inventa-lampadas-feitas-com-pets-que-reduzem-o-consumo-de-energia-em-30.html>

Este trabalho fará uma análise energética da aplicação de lâmpadas de garrafa PET em um galpão de dimensões 16x25, a análise ocorrerá através do software EnergyPlus, que é capaz de realizar uma análise energética completa da edificação.

2. OBJETIVOS

Analisa as alterações luminosas e térmicas em um galpão de dimensões reduzidas (16x25) com a utilização de Lâmpadas de garrafa PET através de simulação energética.

3. METODOLOGIA

Através do software Sketchup utilizando o plugin Openstudio foram definidas as geometrias do modelo. Configurações adicionais dos modelos, assim como materiais e outros parâmetros foram definidos através do software IDF editor.

Foram utilizados os dados históricos meteorológicos da cidade de Santa Maria - RS, visando a aplicação dos resultados em uma cidade de clima úmido quente.

Foram elaborados 4 modelos com diferentes quantidades de Lâmpadas Pet instaladas em seu telhado:

- Modelo A – Modelo base: Com dimensões de 16x25m em planta, todas as paredes e laje tem isolamento de 1 metro, visando reduzir a influência dos mesmos nos resultados. O telhado é uma superfície de alumínio com 8mm de espessura, não foram definidas portas e janelas, visando não alterar o resultado. Modelo sem lâmpadas PET instaladas nele.
- Modelo B – Mesmas características do modelo A, exceto por 42 lâmpadas PET instaladas.
- Modelo C – Mesmas características do modelo A, exceto por 168 lâmpadas PET instaladas.
- Modelo D – Mesmas características do modelo A, exceto por 336 lâmpadas PET instaladas.

A distribuição das garrafas PET no telhado da edificação foi linear, visando que todas as garrafas tivessem uma distância D entre si, e $D/2$ em relação as paredes da edificação.



O software Energyplus é um software consagrado de simulação termoenergética, produzido pelo governo americano em parceria com outras instituições, é um software não amigável ao usuário, necessitando conhecimentos de engenharia ou arquitetura, e possibilitando inúmeros testes e modificações. O Software baseia-se no princípio do equilíbrio térmico.

Devido a limitações do software Energyplus quanto a formas complexas, as garrafas PET foram simplificadas como quadrados de 8 cm de lado, e a camada de plástico não foi modelada devido a suas dimensões serem menor que 3mm seguindo recomendações de ENERGYPLUS(2013).

Foi definida através NBR ISO CIE 8995-1:2013 a necessidade de iluminação de 300 lux, considerando o galpão como "fabricação de cabos e fios" – Atividade original do galpão que serviu de exemplo. O horário de funcionamento da edificação ficou definido como das 8h às 18h, no qual essa iluminação deve ser mantida. Após os cálculos com modelo Luminária Itaim modelo 2001, ficou definida uma iluminação de 10,56 W/m², e o calor gerado pela mesma foi desconsiderado em vias de evitar distorções nos resultados.

Foi definida a troca de ar (taxa de infiltração) de 0,5 do volume ambiental por hora, baseado em orientações da ASHRAE (2005).

Para o cálculo de economia de energia por iluminação foi utilizado um dimmer ativado por sensor, o qual entraria em atividade a partir do momento que a contribuição da iluminação natural atingir 20% da iluminação necessária para o local.

Foram executadas simulações através do software Energyplus.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Objetivando a facilidade do entendimento os resultados foram divididos em sub níveis por parâmetro.

4.1 Percentual do telhado ocupado por garrafas PET

A tabela 1 apresenta o percentual de telhado o qual as garrafas PET ocupam. Devido à pequena área de cada garrafa, mesmo um número elevado das mesmas não retira uma área expressiva do telhado.

Tabela 1. Percentual do telhado ocupado por Lâmpadas PET

Modelo	%
A	0.00
B	0.07
C	0.30
D	0.60

4.2 Temperatura externa – Temperatura de bulbo seco

O modelo foi simulado para um ano inteiro, como este reportado foi reportado por hora, se encontram cerca de 8760 resultados no universo. As figuras 2 e 3 representam as temperaturas as 12:00, e 00:00 representando as temperaturas durante o dia e a noite, respectivamente. É possível perceber a tendência, mas não a garantia de redução de temperatura nos dias de inverno, pois mesmo neles há picos de temperatura.



Figura 2. Temperaturas de Bulbo seco às 12:00 durante o ano

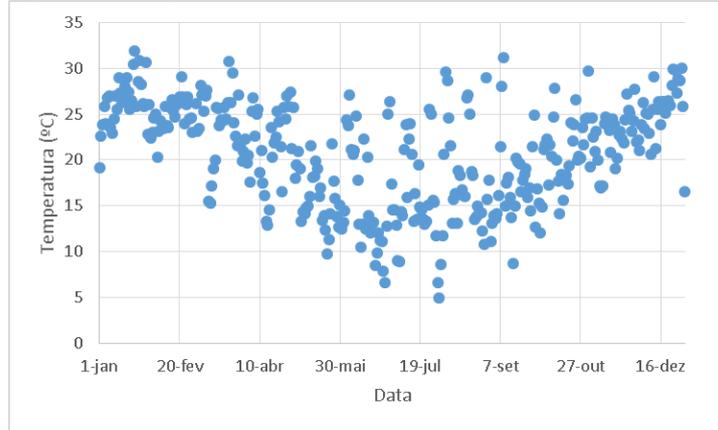
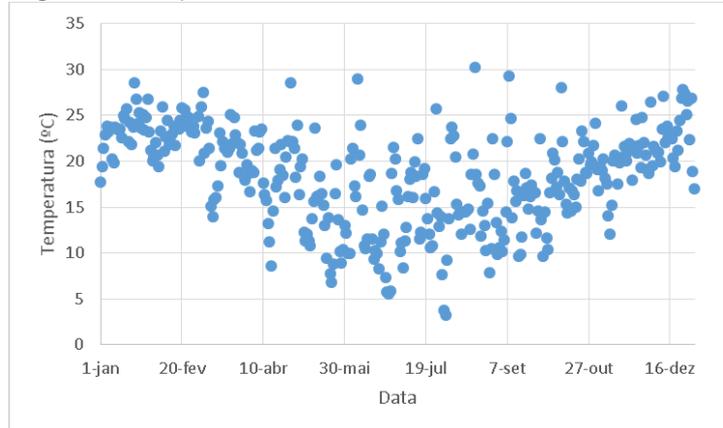


Figura 3. Temperaturas de Bulbo seco a 00:00 durante o ano



4.3 Iluminação natural interna

As figuras abaixo representam a iluminação em lux disponível devido a iluminação natural dos diversos pontos da edificação. As figuras 4 e 5 representam a iluminação em lux no modelo D em um dia típico de verão (20/01) e de inverno (20/07), respectivamente, o modelo D foi escolhido para a representação devido ser o de maior influência das garrafas.

Figura 4. Iluminação devido às lâmpadas PET dia 20/01 no Modelo D

20/01	x=0	x=3,46	x=6,93	x=10,39	x=13,86		x=0	x=3,46	x=6,93	x=10,39	x=13,86		x=0	x=3,46	x=6,93	x=10,39	x=13,86
	8:00						10:00						12:00				
y=0	23	30	36	36	28		75	98	108	100	77		106	139	148	133	102
y=3,13	33	50	63	64	45		115	170	190	175	120		167	243	261	229	156
y=10,83	37	57	72	74	51		129	192	217	199	135		186	275	298	261	176
y=16,24	34	52	65	67	47		118	174	196	181	124		170	249	269	237	162
y=21,65	24	33	39	40	30		79	106	118	110	83		113	150	162	146	109
	14:00						16:00						18:00				
y=0	110	143	150	132	101		76	99	102	88	67		39	50	50	42	31
y=3,13	174	253	264	226	153		123	177	180	149	100		64	91	88	68	45
y=10,83	195	286	301	256	171		137	200	205	169	112		71	103	100	78	51
y=16,24	178	259	272	233	158		125	181	185	154	103		65	93	91	70	47
y=21,65	117	155	163	145	108		81	108	111	96	72		41	55	54	45	33



Figura 5. Iluminação devido às lâmpadas PET dia 20/07 no Modelo D

20/07	x=0	x=3,46	x=6,93	x=10,39	x=13,86		x=0	x=3,46	x=6,93	x=10,39	x=13,86		x=0	x=3,46	x=6,93	x=10,39	x=13,86
	8:00						10:00						12:00				
y=0	4	5	5	5	4		25	33	36	33	25		54	70	73	65	49
y=3,13	7	9	10	8	5		39	58	64	58	39		85	124	129	110	75
y=10,83	7	11	11	9	6		44	65	73	65	44		95	140	147	125	84
y=16,24	7	10	10	8	6		40	59	66	60	41		87	126	133	114	77
y=21,65	4	6	6	5	4		27	36	39	36	27		57	76	80	71	53
	14:00						16:00						18:00				
y=0	59	76	78	67	51		35	46	45	38	28		2	3	3	2	2
y=3,13	95	137	138	113	76		58	83	80	62	41		3	5	5	4	3
y=10,83	106	155	157	128	85		65	93	91	70	46		4	5	6	5	3
y=16,24	97	140	142	116	78		59	84	82	64	42		3	5	5	4	3
y=21,65	63	83	85	73	54		37	49	49	41	30		2	3	3	3	2

4.4 Economia de energia gasta com iluminação

A tabela 2 apresenta a economia com gastos relativos a iluminação, comparando os diversos modelos em relação ao modelo A. Observa-se um potencial de economia de 40,8% no modelo D.

Tabela 2. Economia de energia em relação ao modelo A

Modelo	%
B	5,4
C	22,2
D	40,8

4.5 Influência na temperatura

As figuras 6 e 7 representam a variação da temperatura interna da edificação durante os dias 20/01 e 20/07, respectivamente. Observar que a temperatura diurna no modelo D é inferior à do modelo A em ambos os casos, mas a noturna é superior. Este efeito provavelmente é causado devido à absorção de calor da massa de água, e maior fluxo de calor pela telha de alumínio. Este efeito de diminuição da temperatura diurna, e aumento da temperatura noturna é proposto por Givoni (1998) como característico de edificações de grande massa



Figura 6. Variação da temperatura interna durante o dia 20/01

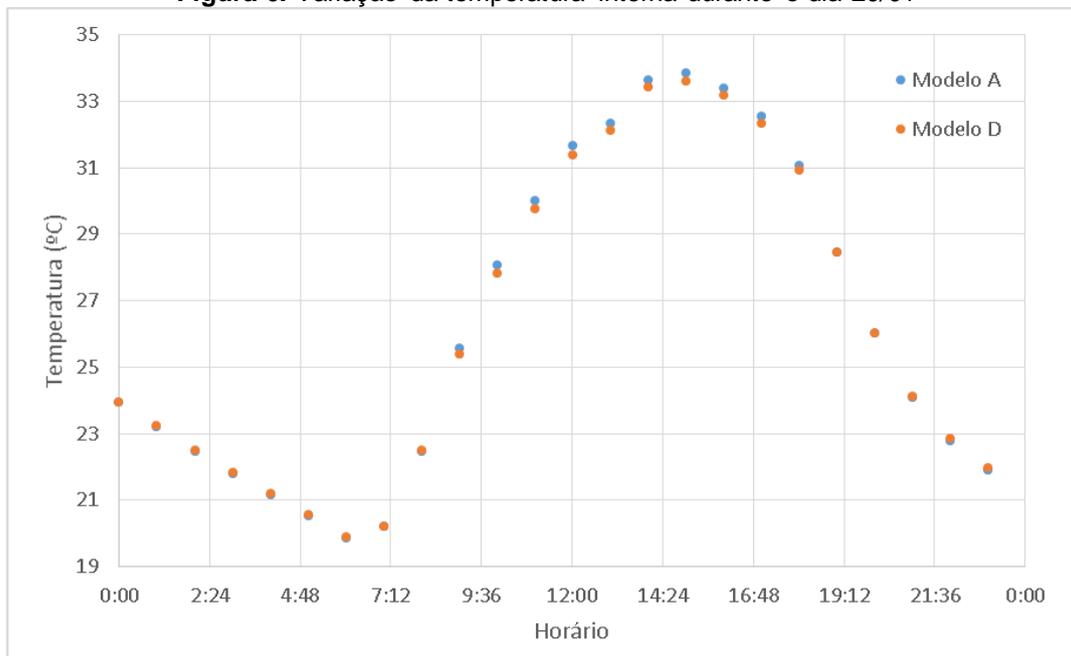
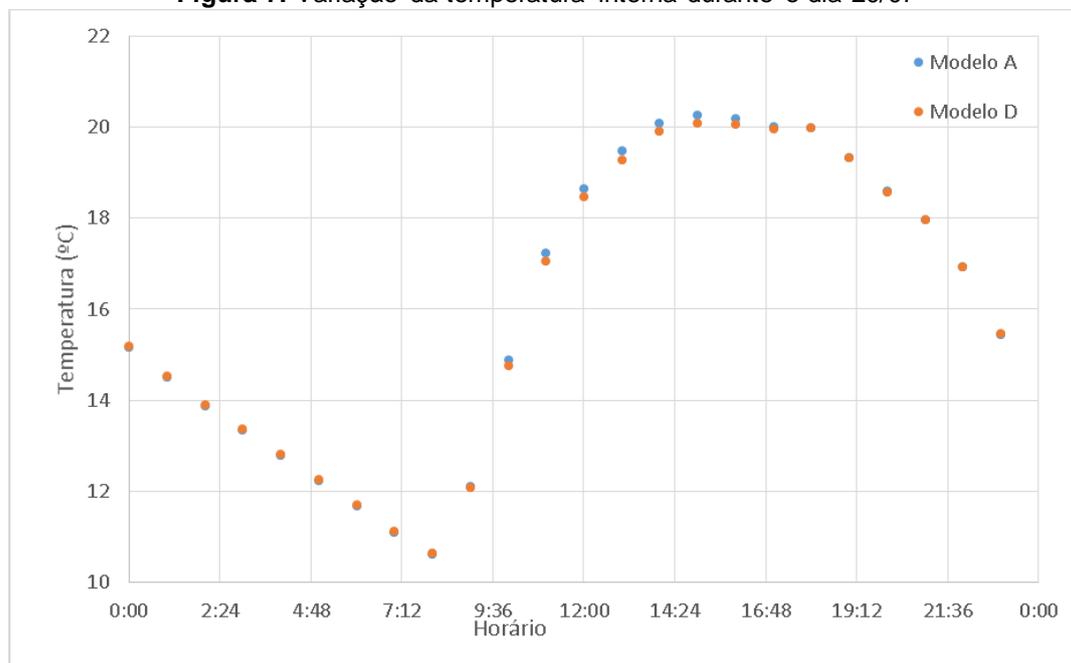


Figura 7. Variação da temperatura interna durante o dia 20/07



5. CONCLUSÃO

Conclui-se a partir dos resultados obtidos através da simulação termoenergética que os resultados de iluminação podem prover uma economia muito alta neste quesito. Observa-se a necessidade, a partir disto, de estudos com modelos de diferentes números de garrafas instaladas, visando atingir



um número ótimo. O valor atingido de economia no modelo D foi de 40%, apontando a tecnologia como uma boa alternativa para a iluminação.

Os resultados preliminares no modelo D apontam uma redução na temperatura média anual de cerca de 0,03 °C, conclui-se que a utilização de água no ambiente provavelmente pode funcionar como um atenuante frente às mudanças de temperatura, ou ainda ter menor geração de calor que o telhado quando ele de alumínio.

Observa-se a necessidade de estudos econômicos visando durabilidade, necessidade e facilidade de manutenção, que são essenciais para uma aplicação em escala real, além da diminuição de 40% na necessidade do uso de iluminação artificial.

REFERÊNCIAS

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, INC. ASHRAE Handbook Fundamentals. Atlanta, 2005.

EIA – Energy information administration. How much electricity is used for lighting in the United States?. 2015. Disponível em <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=99&t=3> acessado 10/03/2016.

Energyplus, 2013. EnergyPlus Input Output Reference, Version 8.2. Ernest Orland Lawrence Berkeley National Laboratory.

GIVONI, B. Climate Consideration in Building and Urban Design. [S.l.]: Van Nostrand Reinhold, 1998.

ZOBEL, Gibby (Reino Unido). British Broadcasting Corporation. Alfredo Moser: Bottle light inventor proud to be poor. 2013. Disponível em: <http://www.bbc.com/news/magazine-23536914>. Acessado 10/03/2016.