UMA DISCUSSÃO SOBRE INDICADORES ENERGÉTICOS PARA SUPERMERCADOS

Thiago Toledo Viana Rodrigues (1); Delly Oliveira Filho (2); Joyce Correna Carlo (3); Heitor Sampaio Guimarães (4)

(1) doutorando, arquiteto e urbanista, thiago.t.rodrigues@ufv.br, Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s/nº, Centro, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, CEP 36570-900, (31)99414-4349

(2) doutor, engenheiro eletricista, delly@ufv.br, Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s/nº, Centro, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, CEP 36570-900

(3) doutora, arquiteta e urbanista, joycecarlo@ufv.br, Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s/nº, Centro, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, CEP 36570-900

(4) mestrando, engenheiro eletricista, heitor.guimaraes@ufv.br, Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, s/nº, Centro, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, CEP 36570-900

RESUMO

A maioria das pesquisas de eficiência energética são feitas para edifícios residenciais e/ou de escritórios, supermercados ainda são pouco abordados, apesar do elevado consumo energético. Conhecer o consumo típico da tipologia ajuda na tomada de decisão em relação às estratégias energeticamente eficientes. O objetivo deste trabalho é realizar uma comparação crítica entre indicadores de consumo encontrados na literatura e o consumo de energia elétrica de um supermercado localizado em Viçosa-MG. Notou-se a falta de unidade nos indicadores utilizados pelos trabalhos encontrados. As diferenças vão desde a energia avaliada - energia elétrica e energia total -, até aos indicadores de consumo, onde são utilizadas as mais diversas unidades. Além disso, existem diferenças climáticas e no porte dos supermercados que também dificultam a comparação. Foi identificada uma necessidade de criação de um padrão para os indicadores de consumo energético e *benchmarks* para o setor, principalmente no Brasil, que conta apenas com dados desatualizados.

Palavras-chave: eficiência energética, *benchmarking*, supermercados.

ABSTRACT

Most of papers in the literature addresses energy efficiency for residential and office buildings. A gap in the literature was found for the supermarket typology, despite its high energy consumption. Understanding this typology's typical energy consumption helps in decision making in order to identify energy efficient strategies. This paper aims to provide a critical comparison between energy indicators found in the literature and the energy consumption of a supermarket located in Viçosa-MG. It was observed in the literature a lack of standardization in the indicator unity. Discrepancy was found in the type of energy assessed – electric energy and total energy – and use of assorted energy consumption indicator units. Besides that, the difference between location and supermarket sizes found in the literature also limited the comparisons with the case study. Was identified a demand to create a standard for energy consumption indicators and benchmarks for the typology, mainly in Brazil, which has only outdated data.

Keywords: energy efficiency, benchmarking, supermarkets.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas desencadearam um interesse sobre como o consumo de energia nos edifícios pode ser afetado. As edificações são responsáveis por demandar grande parte da energia gerada no mundo e, ao mesmo tempo, os edifícios possuem grande potencial de economia de energia que, se priorizado, pode colaborar tanto para a redução de custos, quanto para a preservação ambiental (BARBOSA; LABAKI, 2017).

Atualmente, a maioria das pesquisas são feitas para edifícios residenciais e de escritórios. Algumas tipologias específicas, como os supermercados, por exemplo, ainda são pouco abordadas na literatura, apesar do grande número de edificações para este fim e do elevado consumo energético que apresentam (BARBOSA; LABAKI, 2013).

Segundo a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) em 2018 o país tinha cerca de 89,7 mil lojas de varejo em operação, dessas, 38,3 mil unidades apresentam dois ou mais *check-outs* (caixas registradoras) abrangendo supermercados e hipermercados. O restante (51,4 mil unidades), que têm apenas um *check-out*, compreende o grupo formado pelas mercearias e lojas de conveniência (ABRAS, 2019).

A ABRAS (2019) faz a tipificação dos estabelecimentos de autosserviço, classificando-os em diferentes categorias. Entretanto, são apresentados apenas dados médios, com base no levantamento de 451 empresas respondentes (Tabela 1). Não são estabelecidos limites inferiores e superiores para cada categoria, o que dificulta utilizar essa referência para classificar outros estabelecimentos. Dentro da categoria de supermercados também não existe subdivisões quanto ao porte.

Tabela 1 – Tipificação dos estabelecimentos de autosserviço

Categorias	Nº de lojas no ranking	Área média de vendas/loja (m²)	Nº médio de check-outs/ loja	Nº médio de itens vendidos	Nº de lojas respondentes
Conveniência	2.734	81	1	3.365	58
Loja de vizinhança	440	426	3	8.303	124
Supermercado	2.962	1.556	10	16.052	379
Hiper/supercenter	91	3.968	23	27.403	90
Atacado de autosserviço	421	3.459	12	7.416	97

No Brasil, não existe uma classificação quanto ao porte específica para a tipologia de supermercados, mas existem algumas classificações para empresas que podem ser utilizadas. Um dos critérios leva em consideração a quantidade de funcionários formais do estabelecimento, como é o caso da classificação utilizada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), um órgão renomado no campo de levantamentos e de classificações. O IBGE divide a classificação de porte de empresas segundo o número de funcionários em duas categorias: indústria; e comércio/serviços (Tabela 2). Esta classificação é utilizada por entidades como o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas). Assim, os autores irão se basear nessa classificação do IBGE, especificamente para a área de comércio e serviços, para classificar os supermercados quanto ao porte.

Tabela 2 – Classificação de porte de empresas pelo número de funcionários segundo o IBGE

Classificação	Nº de funcionários	
	Indústria	Comércio e Serviços
Micro	Até 19	Até 09
Pequenas	De 20 a 99	De 10 a 49
Médias	De 100 a 499	De 50 a 99
Grandes	Acima de 500	Acima de 100

A classificação quanto ao porte é importante para a tipologia pois o consumo apresenta relações especificas quanto ao tamanho da edificação, que serão discutidas mais adiante. Porém, independente do porte os supermercados estão entre as classes de edifícios com maior consumo de energia, seu valor chega a ser mais do que o dobro da energia consumida por um hotel ou escritório do mesmo tamanho (IYER, 2015). Na Europa, são responsáveis por 9% do consumo de edifícios (BUILDING...,2011), com valor entre 500 e 1.000 kWh/m²/ano, o que corresponde a três vezes o consumo dos edifícios residenciais e cinco vezes o consumo de edifícios de escritórios (MARTOS; STYLES; SCHOENBERGER, 2013).

Os supermercados consomem cerca de 4% da energia elétrica nos países industrializados (EURELECTRIC, 2011). Se os supermercados pudessem economizar 50% de seu uso total de energia, por meio de soluções mais eficientes, o resultado seria uma economia de 64TWh no consumo da União Europeia (LINDBERG; AXELL; ROLFSMAN, 2011).

Entretanto, ainda faltam estudos para estabelecer o consumo típico nesse tipo de edificação comercial e propor medidas que ampliem sua eficiência energética, principalmente para climas quentes. Nestes locais o número de trabalhos se restringe ainda mais, pois a maior parte dos estudos encontrados são para climas predominantemente frios (BRAUN; ALTAN; BECK, 2014; CZAJKOWSKI *et al*., 2004; KOLOKOTRONI *et al*., 2019).

A eficiência energética nos supermercados significa condições aprimoradas e/ou mantidas para os três diferentes grupos: alimentos, funcionários e clientes. Essas são categorias diferentes, com requisitos às vezes incompatíveis (LINDBERG; AXELL; ROLFSMAN, 2011).

Pesquisas apontam que a maior parcela do consumo de energia em um supermercado ocorre pelos sistemas de refrigeração, iluminação e ar condicionado (KOLOKOTRONI *et al*., 2019; MYLONA; KOLOKOTRONI; TASSOU, 2018; PATHER-ELIAS; DAVIS; COHEN, 2012; TIMMA; SKUDRITIS; BLUMBERGA, 2016). Cerca de 60% da demanda total de energia em um supermercado é usada para armazenar e exibir alimentos refrigerados e congelados, e o vazamento de ar das prateleiras refrigeradas abertas tem um efeito considerável sobre essa demanda (SUZUKI *et al*., 2011). Isto indica que melhorias no sistema de refrigeração impactará de forma considerável o consumo total de energia.

Mangiapelo *et al*. (2011) afirmam que os sistemas de iluminação artificial têm uma participação de 22% no consumo total de energia elétrica nas edificações comerciais brasileiras. Segundo os autores, seria possível reduzir este consumo em aproximadamente 40% somente com o uso de sistemas de automação na rotina de acionamento da iluminação (MANGIAPELO; FRANCATO; ANDREASI, 2011).

A capacidade de analisar e prever com precisão o desempenho térmico e energético das lojas de varejo de alimentos está se tornando cada vez mais importante para as empresas, pois fornece informações para a tomada de decisão em relação às estratégias sustentáveis e energeticamente eficientes (MYLONA; KOLOKOTRONI; TASSOU, 2018).

Entretanto, existe uma incerteza quanto à intensidade média de uso de energia nos supermercados, que é evidenciado pelas diferentes maneiras usadas para calcular a intensidade de energia (FOSTER; EVANS; MAIDMENT, 2018). Alguns trabalhos são baseados no consumo total de energia, enquanto outros levam em conta apenas o consumo elétrico, ignorando o gás. Alguns autores relacionam o consumo de energia com área total e outros com área de vendas.

Os indicadores de desempenho mais comuns para supermercados são tamanho (área total ou área de vendas), horário de funcionamento, tipo de sistema de refrigeração, capacidade instalada de refrigeração e clima ou localização geográfica (KOLOKOTRONI *et al*., 2019), e os menos comuns são volume de vendas (valor monetário) e ano de construção (ou reforma). Assim, em uma primeira estimativa do consumo de energia, o consumo total anual de energia por unidade de área de vendas deve ser avaliado, embora ainda seja influenciado pela área total, como em qualquer outra edificação. Foi apontada uma diminuição na intensidade no consumo de energia com o aumento do tamanho do supermercado de - 2% para cada aumento de área de 100 m² de vendas (KOLOKOTRONI *et al*., 2019). Carlo & Lamberts (2007) mostraram como o aumento do volume da edificação reduz a relação consumo pela área da edificação.

Enquanto outras tipologias são afetadas pelo condicionamento de ar, a explicação para o maior consumo/área em supermercados menores (<400m²) é dada pela proporção de alimentos refrigerados por produtos que não necessitam de temperatura controlada. Como diversos estudos apontam que o maior consumidor de energia é o sistema de refrigeração, em grandes supermercados, o maior número de produtos não refrigerados dilui o valor do consumo pela área (MYLONA; KOLOKOTRONI; TASSOU, 2018).

Mesmo quando essas diferenças são levadas em consideração, existe uma grande variabilidade nos dados. Por exemplo, Tassou *et al.* (2011) indicam um consumo de energia elétrica pela área de vendas de 770 e 1480 kWh/m²/ano entre hipermercados e lojas de conveniência. Já Van der Sluis *et al*. (2015) indicam um consumo entre 407 e 800 kWh/m²/ano (energia total sobre a área bruta). Dados mais recentes mostram uma estreita dependência com o tamanho, onde lojas menores apresentam uma maior intensidade no consumo de energia (KOLOKOTRONI *et al*., 2019).

Esses dados apontam uma lacuna na literatura e mostram a necessidade de criação de modelos de *benchmarking* desenvolvidos a partir de indicadores de eficiência energética. Estes podem se tornar ferramentas valiosas para o governo e o setor privado, na gestão do consumo de energia e na formulação de políticas para o uso eficiente de energia em supermercados. Estes indicadores de eficiência energética podem ser obtidos normalizando o uso de energia com a área do piso de vendas e/ou horas de operação.

Estabelecer estes indicadores de consumo de energia é parte importante na eficiência energética de edificações e no conforto ambiental, sendo ponto de reflexão na elaboração de normas e certificações, tanto para as normas da ABNT, tais como NBR 15220 (ABNT, 2005) e NBR 15575 (ABNT, 2013), quanto para as normas internacionais e do Inmetro, como as ISO e etiquetagem de edifícios (INMETRO, 2010).

Os *benchmarks* também subsidiam a aplicação de tecnologias em diversos cenários. Neste trabalho, o enfoque é a discussão dos indicadores em uma abordagem *top-down* para subsidiar uma abordagem *bottom-up* em etapa posterior. Como no Brasil ainda falta informação que oriente a adoção de intervenções de eficiência energética em supermercados, a investigação de indicadores foi voltada a um estudo de caso.

2. OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho é analisar o consumo de energia elétrica de um supermercado de médio porte, localizado em Viçosa-MG, em face aos índices de consumo de energia para a tipologia encontrados na literatura.

3. MÉTODO

A metodologia consiste na análise do consumo energético de um supermercado de médio porte em comparação com os dados encontrados na literatura em uma abordagem *top-down*, ao mesmo tempo que leva em consideração as peculiaridades da edificação avaliada para fazer críticas aos indicadores utilizados na literatura, usando a abordagem *bottom-up*. *Top-down* e *bottom-up* são estratégias de processamento de informação e ordenação do conhecimento. *Top-down* sugere uma orientação descendente do fluxo de informação ou do "macro" para o "micro" e o *bottom-up* uma orientação ascendente ou do "micro" para o "macro" (Ó BROIN *et al*., 2013). O "macro" neste contexto significa o cenário de consumo típico de energia para a tipologia, a partir de então, começa-se a olhar para o "micro" que seriam as peculiaridades de cada edificação pertencente a essa tipologia.

3.1. Caracterização do Estudo de Caso

O edifício escolhido para análise é o Supermercado Escola (SE) que está localizado no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Viçosa, MG. A cidade pertence a zona bioclimática 3 (ABNT, 2005). Apesar de estar localizado nas dependências da Universidade, o empreendimento é aberto ao público e atende tanto à comunidade acadêmica e servidores, quanto aos moradores do município.

O Supermercado Escola se faz relevante enquanto estudo de caso devido sua representatividade frente aos dados médios por loja levantados pelo *ranking* da ABRAS (2019), estando próximo da média das principais características dos 8.345 estabelecimentos respondentes (participação voluntária), como: número de *check-outs*; área de vendas; e número de funcionários (Tabela 3).

Tabela 3 – Média das características dos supermercados

Ranking ABRAS	Nº de lojas	Nº de *check-outs* / loja	Área de vendas (m²) / loja	Nº de funcionários/ loja
924 empresas respondentes	8.345	9	1.243	79,7 (médio porte)
Supermercado Escola	1	11	1.100	91,0 (médio porte)

A construção do Supermercado Escola data de 2003, porém, o edifício já passou por reformas nos anos de 2008, 2011 e 2016. O horário de funcionamento para o público é de 08h às 20h de segunda a sábado e de 09h às 13h nos feriados, não funcionando aos domingos. Para os funcionários, o horário é de 07h às 20h30 de segunda a sábado e de 08h às 13h nos feriados, não tendo expediente aos domingos. No total são 91 funcionários o que é caracterizado como um supermercado de médio porte, segundo o IBGE.

O entorno imediato do estabelecimento é pouco adensado, próximo a áreas verdes e a uma das represas que abastece o campus (Figura 1). A edificação não é sombreada por nenhum edifício próximo e nem pelo relevo. A implantação foi realizada em uma orientação desfavorável com relação à insolação, as maiores fachadas estão voltadas para noroeste-sudeste, porém mais próximas do leste e oeste. Estas orientações provocam elevados ganhos térmicos e, consequentemente, podem aumentar o desconforto por calor em climas quentes, principalmente na fachada noroeste que recebe radiação solar direta durante o período da tarde.



Figura 1 - Imagem aérea do Supermercado Escola extraída do Google Earth (2018).

O edifício apresenta uma cobertura do tipo *shed* que possibilita o uso da iluminação natural em seu interior, entretanto, as aberturas também estão posicionadas desfavoravelmente a noroeste, recebendo insolação direta no período da tarde (Figura 2). O desconforto por calor gerado é sentido principalmente no setor administrativo, que se encontra no pavimento superior e recebe a radiação solar direta nas suas divisórias, tornando necessário o uso de sistema de condicionamento artificial de ar.



Figura 2 - Imagem do Supermercado Escola extraída do Google Earth (2018).

O supermercado tem uma área total construída de 2996m², dividido em dois andares, o primeiro com 1863m² e o segundo com 1133m² (Figura 3). A área de vendas tem aproximadamente 1100m².

A área administrativa é a única climatizada artificialmente, no total são 11 salas com ar-condicionado do tipo *Split*. A padaria apresenta 1 forno elétrico e 3 a gás, com isolamento térmico de lã de vidro, em funcionamento das 07h às 20h. Existe também na padaria um monta-carga para transporte dos produtos e 2 câmaras frias. O açougue, além das máquinas de fatiar, conta com 4 câmaras frias. Além das câmaras frias da padaria e do açougue, o estabelecimento contém mais 2 câmaras na área de recebimento de produtos. No total são 33 freezers horizontais (7 abertos) e 18 verticais.

O supermercado apresenta 11 caixas registradoras e realizam em média um total de 50.000 finalizações de vendas por mês. O sistema de iluminação é composto por lâmpadas LEDs e fluorescentes em

luminárias tubulares. O Salão de vendas tem TVs e um painel de LED. O depósito superior apresenta um elevador de transporte de carga.

Os únicos sistemas em funcionamento durante a noite são as câmaras frias e os freezers. Existe um gerador a diesel para os momentos de queda de energia, cujo motor scanner tem potência máxima de 250 kVA/h.



Figura 3 - Plantas baixas e setorização: a) primeiro pavimento e b) segundo pavimento.

3.2. Análise das faturas de energia

Algumas ações não requerem investimentos financeiros para economizar com os custos de energia, como é o caso da análise do contrato/tarifa com a empresa distribuidora. A escolha da tarifa deve ser estudada para identificar qual das opções oferecidas pela concessionária local melhor atende às demandas do edifício, a escolha influencia diretamente no valor que será gasto pago.

A energia consumida pelo Supermercado Escola é fornecida pela concessionária local – Cemig-D. Entretanto, o fornecimento de energia elétrica do estabelecimento faz parte do contrato estabelecido pela UFV, sendo que o supermercado é subordinado às decisões referentes a todo o consumo da Universidade.

Foram levantados os dados de consumo de energia elétrica do edifício para 1 ano (Figura 4) com vistas a uma análise *top-down*. Como dito anteriormente, a conta de energia elétrica do supermercado está vinculada ao contrato da universidade. Assim, o cálculo para chegar ao valor a ser pago mensalmente pelo estabelecimento é feito da seguinte maneira:

- divide-se o valor total da conta de energia elétrica da Universidade pela quantidade consumida em kWh, estabelecendo uma tarifa média teórica;
- multiplica-se essa tarifa teórica pelo consumo mensal do supermercado (kWh), que possui medição individualizada.

Vale ressaltar que nesse cálculo o valor pago pelo supermercado inclui o consumo em horário de ponta, multas por extrapolar a demanda contratada, assim como qualquer mudança de tarifa ou outro encargo sofrido pela Universidade. Ou seja, o valor da tarifa pago pelo supermercado é dependente do consumo total da UFV, cujas despesas adicionais na conta não são necessariamente relacionadas ao perfil de consumo do supermercado.

O consumo anual (set. 2018 – ago. 2019) do Supermercado Escola (SE) foi de 706.880 kWh, que corresponde a um custo de 384.929,00 reais, cerca de 4,5% do consumo anual total da UFV, ou 236 kWh/m²/ano. Entretanto, se apenas a área de vendas for contabilizada, o consumo se aproxima de 643 kWh/m²/ano.



Figura 4 - Consumo de energia elétrica anual

4. RESULTADOS

Primeiramente, é apresentada nessa seção a literatura disponível de diversos indicadores de referência sobre o consumo de energia (elétrica e total) em supermercados, para posterior comparação com o estudo de caso.
A maioria dos estudos levantados foram realizados em outros países devido à pequena disponibilidade de trabalhos na literatura brasileira. Este aspecto afeta a comparação devido às diferenças climáticas que influenciam o consumo dos refrigeradores e, portanto, o perfil de consumo dos supermercados.

Com relação aos índices encontrados para o Reino Unido (Tabela 4), por exemplo, os valores de consumo de energia elétrica do Supermercado Escola (SE) foram superiores ao levantado por Foster, Evans e Maidment (2018), entretanto a área de venda dos estabelecimentos levantados no Reino Unido é cerca de 3 vezes maior do que a do SE, e diversos estudos apontaram que o consumo de energia se reduz com o aumento da área.

Os dados levantados por Tassou *et al*. (2011), também para o Reino Unido, foram superiores ao SE. No entanto, o estudo considerou a energia total consumida, enquanto o consumo do SE foi contabilizado para energia elétrica, sem considerar o gás ou óleo diesel (Tabela 4).
Se comparado aos EUA e Canadá, o consumo do SE também foi inferior, porém, novamente, para os dois países foi considerado o consumo total de energia (Tabela 4).

Tabela 4 - valores de consumo/área encontrados na literatura, adaptado de Foster, Evans e Maidment (2018).

Contexto/local	Consumo/área total (kWh/m²/ano)	Consumo/área de venda (kWh/m²/ano)	Referência	Observações
Supermercado Escola – Brasil	236 (Energia elétrica)	643 (Energia elétrica)	Autores	Área de venda 1100m², área total 2996m².
USA	552.2 (Energia elétrica)		US EPA (2011)	Não encontrado o intervalo de área, nem qual área (total ou de venda)
USA	700-500 (Energia total)	-	Van der Sluis *et al*. (2015)	Área 3000 a 7500m²
Canadá	1000-700 (Energia total)	-	Van der Sluis *et al*. (2015)	Área 2000 a 11000m²
Europa	Entre 500 e 1.000		Martos, Styles e Schoenberger (2013)	Não encontrado o intervalo de área, nem qual área (total ou de venda)
Holanda	-	407 (Energia elétrica)	Van der Sluis *et al*. (2015)	Área de venda 400 a 1000m²
Suécia	550-200 (Energia total)	-	Van der Sluis *et al*. (2015)	Área total 1000 a 14000m²
Londres	-	840-1200 (Energia elétrica)	Kolokotroni *et al*. (2019)	Média das áreas de vendas analisadas 300m²
Reino Unido, Europa	-	1500 – 850 (Energia total)	Tassou *et al*. (2011)	Área de venda 280 a 1400m²
Reino Unido, Europa	450 (Energia total)	566 (Energia elétrica)	Foster, Evans e Maidment (2018)	Área de venda 3306m², área total 5845m²
Reino Unido, Europa	-	1700 – 660 (Energia total)	Tassou *et al*. (2011)	Área de venda entre 80 a 10000m²

Assim, a falta de unidade pode ser listada como mais um problema com relação aos indicadores de consumo de supermercados, pois cada estudo apresenta os dados de uma forma, variando o tipo de energia avaliada (elétrica e total) e a relação com a área (de vendas ou total). Além das dificuldades de se comparar dados gerados para diferentes condições climáticas e para edificações com áreas tão diferentes. A única unanimidade com relação aos trabalhos levantados foi a relação consumo pela área, onde o consumo se reduz com o aumento da área.

O relatório do PROCEL (2005), que inclui o levantamento de 182 estabelecimentos, foi a única referência encontrada na literatura brasileira e usa como indicador o consumo médio mensal por funcionário, que não foi encontrado em outro estudo. Em comparação, o SE apresentou um consumo por funcionário inferior à média informada pelo relatório do PROCEL (Tabela 5). Entretanto, este relatório é de 2005, não foram realizados outros levantamentos desde então e os dados encontram-se desatualizados. Desde o levantamento já se passaram 14 anos onde ocorreu desenvolvimento de novas tecnologias com sistemas e equipamentos mais eficientes energeticamente. Apesar da construção do supermercado datar de 2003, ele passou por reformas em 2008, 2011 e 2016, que incluiu o *retrofit* de seus sistemas, com troca de equipamentos de refrigeração e luminárias. Assim, é esperado que o consumo seja inferior ao do relatório que foi realizado em 2005.

Este fato reafirma a necessidade de novos dados sobre o consumo de supermercados no Brasil, visto que não foi encontrada nenhuma outra base de dados ou levantamento mais atualizado no país.

Tabela 5 - Comparação entre valores de consumo por funcionário no Brasil

Contexto/local	Consumo médio mensal por funcionário (kWh/mês/funcionário)	Referência	Observações
Brasil	805	PROCEL (2005)	Energia elétrica
Supermercado Escola Viçosa – MG, Brasil	647	Autores	Energia elétrica, 91 funcionários

Timma, Skudritis e Blumberga (2016) utilizaram como indicador de consumo o número clientes. A gerência do Supermercado Escola (SE) informou que existe o controle do número de registros de vendas, e que, no mês, são realizadas em média 50.000 finalizações.

Apesar do número encontrado para o SE se encontrar entre o intervalo estimado pelo trabalho de referência (Tabela 6), alguns trabalhos na literatura apontam que considerar o número de clientes como indicador de consumo não é muito significativo para a tipologia de supermercados. Nesta tipologia o maior consumo é por meio de sistemas de refrigeração (alimentos) e iluminação, que estão vinculados a valores normatizados e que não tem relação direta com o número de clientes.

Este indicador também não leva em consideração as variáveis climáticas, visto as diferenças dos dois países em questão. No Brasil, acredita-se que a maioria dos supermercados não apresentam sistemas de condicionamento de ar nas áreas de vendas, e que estes sejam restritos à parte administrativa. Em sua maioria, são compostos de sistemas unitários (45%), em comparação com os centrais (16%) e aqueles sem nenhum tipo de condicionamento (39%) (PROCEL, 2005). Entretanto, seria necessário fazer um levantamento mais amplo e atualizado para confirmar esta informação. O sistema de iluminação mantém níveis fixos durante todo o período de funcionamento, logo, o número de clientes não influencia significativamente no consumo de energia. O número de clientes pode vir a influenciar o consumo dos refrigeradores fechados, com uma maior frequência de abertura e consequente maior consumo de energia, mas é necessário um estudo para quantificar esta influência.

Tabela 6 - Comparação entre os valores de consumo/cliente

Contexto/local	**Consumo por cliente (kWh/cliente/mês)**	**Referência**	**Observações**
Letônia, norte europeu	1,06 até 1,73	Timma, Skudritis e Blumberga (2016)	Energia elétrica, área total 900m²
Supermercado Escola – Brasil	1,18	Autores	Energia elétrica, área total 2996m²

A análise dos indicadores dos supermercados apontou a necessidade de detalhamento para responder a questões específicas de uso da energia. A abordagem *top-down* forneceu indícios dos usos que devem ser detalhados após correlações encontradas na literatura, tais como sistema de refrigeração, perfil de condicionamento de ar adotado, área condicionada artificialmente e área de vendas.

Este detalhamento permite considerar aspectos como: conscientização; sistema de gerenciamento de energia; tecnologias de economia de energia; implantação de energia renovável; e métodos de compensação como último recurso.

5. CONCLUSÕES

O número de trabalhos na literatura que tratam da eficiência energética de supermercados é escasso, apesar da tipologia ser uma grande consumidora de energia em todo o mundo. Além disso, a maioria dos artigos utilizam unidades e indicadores diferentes para o consumo de energia, o que dificulta a comparação entre os estudos.

As diferenças encontradas vão desde a energia avaliada, onde alguns autores consideram apenas a energia elétrica e outros a energia total (incluindo outras fontes), até aos indicadores de consumo, onde são utilizadas as mais diversas unidades. Alguns trabalhos relacionam o consumo de energia com a área total construída e outros apenas com a área de venda, alguns autores utilizam ainda o consumo de energia pelo número de funcionários e outros pelo número de clientes.

Além disso, existem as diferenças climáticas e a grande variedade no porte dos supermercados, que também irão influenciar no consumo. A única unanimidade com relação aos trabalhos levantados foi a relação entre área e consumo, onde o consumo por área reduz com o aumento da área.

No Brasil a escassez de dados é ainda mais significativa, o único indicador de consumo de energia do setor encontrado foi realizado pelo Procel e data de 2005, desatualizado frente a evolução das tecnologias.

Com base nos dados levantados nota-se uma necessidade de criação de um padrão para os indicadores de consumo de energia em supermercados e a criação de *benchmarkings* para o setor, para que sirva de base para a tomada de decisão em relação às estratégias sustentáveis e energeticamente eficientes na gestão de energia, tanto no setor privado quanto na formulação de políticas públicas.

Este artigo buscou introduzir as discussões sobre a atividade comercial, apontando a necessidade de criação de indicadores energéticos (*benchmarks*) adequados para o setor supermercadista, que é bastante complexo. Esse é o primeiro passo para compreender melhor a tipologia e propor novas tecnologias energeticamente eficientes que dialoguem com a edificação, servindo de base para que os profissionais de

arquitetura atuem na elaboração de projetos ou reformas mais sustentáveis. O resultado esperado é uma economia de energia que irá refletir nas questões econômicas para os proprietários, na preservação dos recursos naturais e no cuidado com a satisfação dos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-1**: Edifícios habitacionais até cinco pavimentos - Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABRAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS. Ranking Abras 2019 - ano base 2018.**Superhiper**, v.45, n. 514, 2019. Disponível em: <https://www.abras.com.br/economia-e-pesquisa/ranking-abras/>. Acesso em: maio de 2020.

BARBOSA, E. F. T.; LABAKI, L. C. Fatores determinantes no consumo de energia em ambientes de um supermercado de porte médio. XIV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais**...Balneário Camburiú, SC: 2017.

BARBOSA, E. F. T.; LABAKI, L. C. Conforto térmico em ambientes de um supermercado de médio porte. XII ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. **Anais**...Brasília, DF: 2013.

BRAUN, M. R.; ALTAN, H.; BECK, S. B. M. Using regression analysis to predict the future energy consumption of a supermarket in the UK. **Applied Energy**, v. 130, n. June 2015, p. 305–313, 2014.

BUILDING PERFORMANCE INSTITUTE EUROPE. European Buildings under the Microscope, 2011.

CARLO, J.; LAMBERTS, R. O papel da volumetria no desempenho energético da edificação. IX ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Anais...Ouro Preto, MG: 2007.

CZAJKOWSKI, J. *et al*. Evaluación de las condiciones ambientales en un supermercado. **Avancos en Energias Renovables y Medio Ambiente**, v. 8, 2004. ISSN: 0329-5184

EURELECTRIC. Power production EU-27, 2011. Disponível em: www.eurelectric.org/content/Default.asp?PageID=948.

FOSTER, A.; EVANS, J.; MAIDMENT, G. Benchmarking of supermarket energy consumption. 5th IIR Conference on Sustainability and the Cold Chain. **Anais**...Beijing, China: 2018.

GOOGLE EARTH. Vista aérea do Supermercado Escola, Viçosa/MG em 2018. Localização 20°45'56.87"S, 42°52'08.60"O, altura da câmera 933m.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, **RTQ-C**. Eletrobrás, Inmetro, 2010. 90p.

IYER, S. R. *et al*. Energy disaggregation analysis of a supermarket chain using a facility-model. **Energy and Buildings**, v. 97, p. 65–76, 2015.

KOLOKOTRONI, M. *et al*. Supermarket energy use in the UK. **Energy Procedia**, v. 161, n. 2018, p. 325–332, 2019.

LINDBERG, U.; AXELL, M.; ROLFSMAN, L. Energy efficiency in supermarkets – Implication of Eu Efficiency Directives. **Energy**, 2011.

MANGIAPELO, L. B. S.; FRANCATO, A. L.; ANDREASI, W. A. Avaliação Da Eficiência Energética Nos Sistemas De Iluminação Natural E Artificial Em dois Hipermercados. IV Congresso Brasileiro de Eficiência Energética. **Anais**...Jui de Fora, MG: 2011

MARTOS, J. L. G.; STYLES, D.; SCHOENBERGER, H. Identified best environmental management practices to improve the energy performance of the retail trade sector in Europe. **Energy Policy**, v. 63, p. 982–994, dez. 2013.

MYLONA, Z.; KOLOKOTRONI, M.; TASSOU, S. A. A study of improving energy efficiency of small supermarkets by modelling interactions between building, Hvac, Refrigeration and display product. 5th IIR Conference on Sustainability and the Cold Chain. **Anais**...Beijing, China: 2018.

Ó BROIN, E. *et al*. The effect of improved efficiency on energy savings in EU-27 buildings. **Energy**, v. 57, n. 2013, p. 134–148, 2013.

PATHER-ELIAS, S.; DAVIS, S.; COHEN, B. A techno-economic study of energy efficiency technologies for supermarkets in South Africa. **Journal of Energy in Southern Africa**, v. 23, n. 3, p. 2–8, 2012.

PROCEL– Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Relatório da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso: Classe Comercial – Alta Tensão – Supermercados / Hipermercados. Ano base 2005. Disponível em: < http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&params =itemID=%7BCCF153AF-6BD3-4F2B-B373-3E514A6C2AAF%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D>. Acesso em: 28 de abril de 2020.

SUZUKI, Y. *et al*. Analysis and modeling of energy demand of retail stores. Proceedings of Building Simulation 2011: 12th Conference of International Building Performance Simulation Association. **Anais**...2011

TASSOU, S. A. *et al*. Energy consumption and conservation in food retailing. **Applied Thermal Engineering**, v. 31, n. 2–3, p. 147–156, 2011.

TIMMA, L.; SKUDRITIS, R.; BLUMBERGA, D. Benchmarking Analysis of Energy Consumption in Supermarkets. **Energy Procedia**, v. 95, p. 435–438, 2016.

VAN DER SLUIS, S. *et al*. Performance indicators for energy efficient supermarket buildings. Proceedings of ICR 2015. **Anais**...2015.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho foi financiado pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig-D) e pelo Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico - P&D regulado pela ANEEL, no âmbito do projeto "D0638 - Análise da Viabilidade da Energia Fotovoltaica no Brasil em Face do Marco Regulatório da Geração Distribuída no Setor Elétrico Brasileiro - Aneel RN 482/12". Os autores agradecem também ao Supermercado Escola e à FUNARBE, assim como à Capes e à Fapemig pelo apoio e incentivo na pesquisa.