



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



CB3E

centro brasileiro de eficiência
energética em edificações

cb3e.ufsc.br

Nota técnica referente aos níveis mínimos de eficiência energética de condicionadores de ar no Brasil

Cláudia Donald Pereira
Roberto Lamberts
Enedir Ghisi

Florianópolis, julho de 2013



RESUMO EXECUTIVO

O Brasil é o nono maior consumidor de energia elétrica do mundo e o estudo da projeção do consumo elétrico para os próximos anos aponta para a continuidade de tal crescimento. Grande parte dessa energia é destinada ao condicionamento artificial do ar. O Brasil é o quinto maior comprador mundial de condicionadores de ar, considerando os aparelhos de janela e *splits*.

Para lidar com a segurança energética e minimizar os impactos da crescente demanda, é necessário priorizar o aumento da eficiência energética dos condicionadores de ar. Desde 2001 o Brasil possui mecanismos legais para direcionar a política nacional de conservação e uso racional de energia. Porém, apenas em 2007 foi aprovada uma regulamentação específica de condicionadores de ar, estabelecendo níveis mínimos de coeficiente de eficiência energética. Tal coeficiente é a razão entre a capacidade total de refrigeração (expressa em Watts) e a potência elétrica demandada (expressa em Watts). Em 2011, nova regulamentação foi publicada alterando as exigências para condicionadores de ar, no sentido de elevar os índices mínimos.

A elevação do desempenho dos equipamentos é uma necessidade evidente, tendo em vista o atual panorama energético nacional. Porém, o nível mínimo estabelecido na regulamentação brasileira ainda se mostra tímido se comparado ao praticado em outros países. Os níveis mínimos exigidos atualmente no Brasil são compatíveis apenas com o apresentado atualmente na Índia e com o que havia na China em 2004. A China, porém, em 2010 já elevou tal valor, e vários outros países analisados já apresentam dados superiores aos brasileiros.

Uma análise a respeito de condicionadores tipo *split* demonstra que economias como União Europeia, China e Japão comercializam equipamentos com eficiência muito superior aos melhores equipamentos brasileiros. O equipamento mais eficiente no Brasil apresenta coeficiente de eficiência energética de 4,79 W/W. Já na China há equipamentos com valores superiores a 6,0 W/W, e no Japão tal coeficiente ultrapassa 6,5 W/W.

Merece destaque o caso da China, onde as tendências de eficiência dos condicionadores de ar têm se elevado significativamente. Isso é um dos impactos positivos decorrentes dos regulamentos mais rigorosos adotados em tal país. Uma tendência inversa é observada para os condicionadores de janela na União Europeia, onde a eficiência dos melhores equipamentos diminuiu nos últimos anos. O fato dos condicionadores de janela estarem perdendo quota de mercado e a ausência de norma que defina níveis mínimos de eficiência tem como consequência o menor investimento dos fabricantes na melhoria do desempenho.

O estudo de regulamentações de outros países faz compreender, ainda, que o coeficiente de eficiência energética de condicionadores de ar, apesar de muito importante nas políticas para melhoria do desempenho dos equipamentos, não é a melhor ferramenta de avaliação para todos os tipos de aparelhos. O coeficiente de eficiência energética sazonal fornece uma medida mais representativa do desempenho do equipamento submetido à demanda do clima local. Alguns países já utilizam o coeficiente de eficiência energética sazonal na definição de níveis mínimos de eficiência em normas e regulamentos.

Em suma, o Brasil não pode aceitar aparelhos de condicionamento de ar de baixo desempenho energético, sendo imprescindível e urgente a determinação de níveis mínimos de eficiência mais elevados, impulsionando o mercado a privilegiar os melhores equipamentos. É também importante a adoção do coeficiente de eficiência energética sazonal como parâmetro na regulamentação brasileira para favorecer os equipamentos que atuam em carga parcial.

NOTA TÉCNICA

NÍVEIS MÍNIMOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE CONDICIONADORES DE AR NO BRASIL

O consumo de energia elétrica é crescente no Brasil (Figura 1), bem como na maior parte do mundo, e a projeção futura do consumo de energia elétrica brasileiro aponta uma elevação em cerca de 55% até o ano 2020 (EPE, 2011). Atualmente, o Brasil é o nono maior consumidor de energia elétrica do mundo (Figura 2). Parte considerável da energia consumida em todo o mundo é destinada ao condicionamento artificial do ar. Tal demanda tem se elevado rapidamente nos países desenvolvidos e ainda mais nas economias emergentes de clima quente. No ano de 2005, o condicionamento ambiental já representava 20% do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro e 47% no setor comercial (ELETROBRÁS, 2009).

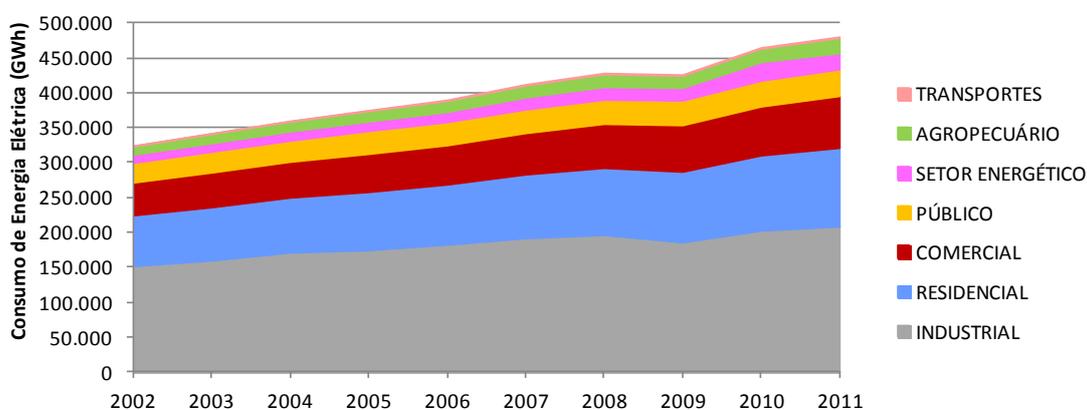


Figura 1 – Evolução dos consumos setoriais de energia elétrica no Brasil (EPE, 2012).

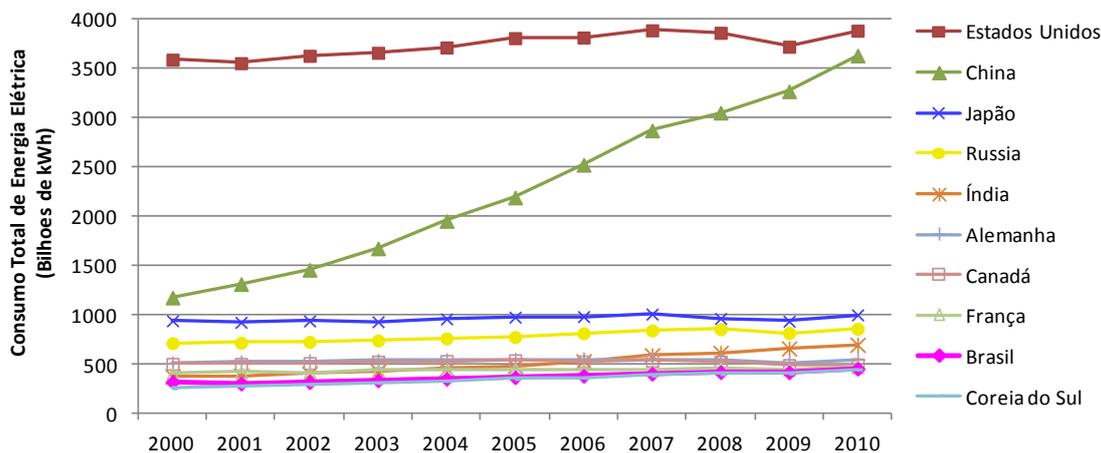


Figura 2 – Evolução dos consumos de energia elétrica dos principais consumidores do mundo (IEA, 2013).

Sobre o mercado nacional de condicionadores de ar, não há muitas informações qualificadas publicadas. Uma publicação nacional afirma que o Brasil está em terceiro lugar no ranking mundial de venda de aparelhos de ar condicionado de janela, atrás apenas dos Estados Unidos e Índia, e em nono lugar quando se fala em splits (Portal da Refrigeração, 2013). Outra publicação, internacional, coloca o Brasil como o quinto colocado em vendas de condicionadores de ar, considerando conjuntamente os splits e os de janela (SEAD, 2013). Brasil, Índia, União Europeia, Japão e China, seriam responsáveis por 90% do mercado mundial

de condicionadores de ar. A Figura 3 mostra a venda de condicionadores de ar ocorrida nos últimos anos, e projetada para 2014, em vários países.

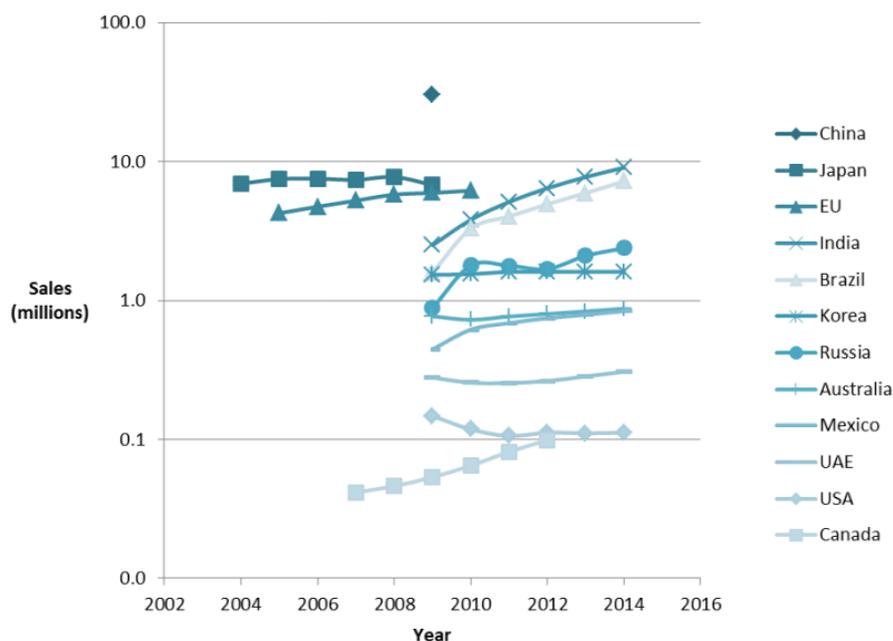


Figura 3 – Venda de condicionadores de ar (*splits* e de janela), ocorridas nos últimos anos e projetada para 2014, em vários países (SEAD, 2013).

Uma pesquisa da EPE (2010) aponta que 20% dos domicílios brasileiros possuíam condicionador de ar em 2010. Considerando o cenário social do referido ano, com 60,844 milhões de domicílios no país, pode-se calcular que havia mais de 12 milhões de condicionadores de ar instalados no Brasil. Por volta do ano 2000 o Brasil tinha uma base instalada com mais de 90% dos aparelhos sendo do tipo de janela. Em 2007 o quadro se inverteu, com 60% do mercado representado pelos *splits* e 40% por aparelhos de janela. Em 2007, o país superou a marca de 1,3 milhão de toneladas de refrigeração (Portal da Refrigeração, 2013).

O estoque de condicionadores de ar tem crescido rapidamente em todo o mundo, especialmente nas economias emergentes, mas também em países desenvolvidos. Segundo a CLASP (2011), verificou-se um aumento de 75% no estoque da União Europeia e de 44% na China no período de 2005 a 2010. O crescimento tem sido um pouco mais moderado no Japão e nos Estados Unidos, com elevação de 15% e 10%, respectivamente, referente ao mesmo período (CLASP, 2011).

A Agência Internacional de Energia (IEA) afirma que o aumento da eficiência energética é a forma mais rápida e econômica de lidar com a segurança energética e seus desafios ambientais e econômicos. A IEA (2011) apresenta um relatório com recomendações de políticas para eficiência energética a partir das quais seria possível reduzir cerca de 17% do consumo anual de energia no mundo. Entre tais recomendações, destaca-se a exigência por níveis mínimos de eficiência energética (*minimum energy performance standards* – MEPS) tanto para os edifícios quanto para equipamentos.

Em 2001, ano de crise energética no país, foram criados mecanismos legais para direcionar a política nacional de conservação e uso racional de energia, requerendo regulamentação específica para indicação de níveis mínimos de eficiência. Nesse mesmo ano foi criado o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE). Entre as realizações do CGIEE está a definição de níveis mínimos do coeficiente de eficiência energética para condicionadores de ar.

A Portaria Interministerial nº 364, de 24 de dezembro de 2007, publicada pelo Ministério de Minas e Energia, aprovou regulamentação específica de condicionadores de ar. O índice de eficiência energética utilizado é a razão entre a capacidade total de refrigeração

(expressa em Watts) e a potência elétrica demandada (expressa em Watts). Em inglês tal índice é conhecido como *Energy Efficiency Ratio* (EER) ou ainda *Coefficient of Performance* (COP) e pode ser encontrado nas unidades W/W ou Btu/h. Nessa portaria ficou determinado o índice mínimo de eficiência energética de 2,39 W/W para condicionadores do tipo *split*, e índices mínimos variando de 2,08 a 2,24 W/W para condicionadores de janela (tal variação se dá em função da capacidade de refrigeração do equipamento).

Mais recentemente, em 26 de maio de 2011, a Portaria Interministerial nº 323 foi publicada alterando as exigências para condicionadores de ar, no sentido de elevar os índices mínimos. Ficaram estabelecidos os seguintes níveis mínimos do coeficiente de eficiência energética: 2,60 W/W para condicionadores *split*, e 2,30 a 2,78 W/W para condicionadores de janela. A comparação entre os valores indicados nas duas portarias pode ser visualizada na Figura 4. Os novos níveis mínimos já estão em vigor para fabricação e importação dos equipamentos, mas para a comercialização aos usuários só passam a valer a partir de dezembro de 2013 para aparelhos tipo janela e *split* high-wall, e apenas a partir de dezembro de 2014 no caso de aparelhos *split* cassete e piso-teto.

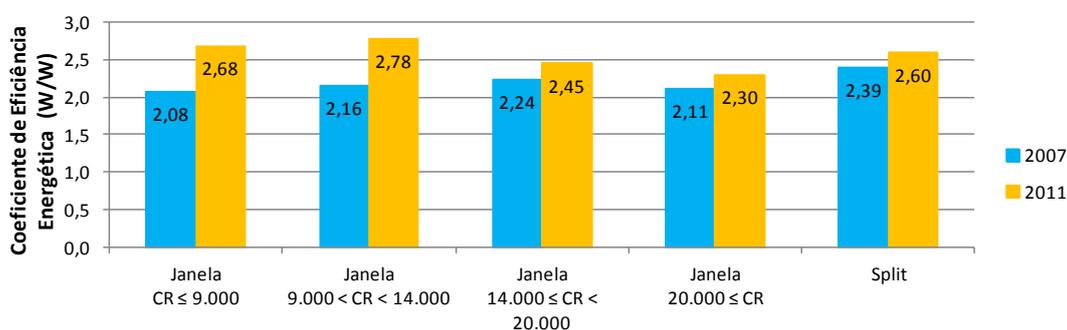


Figura 4 – Níveis mínimos do coeficiente de eficiência energética no Brasil. Nota: CR é a capacidade de refrigeração do condicionador de ar em Btu/h.

A elevação das exigências relacionadas à eficiência energética de equipamentos é uma necessidade evidente, tendo em vista o atual panorama energético nacional. Porém, deve-se ressaltar que o nível mínimo estabelecido na Portaria Interministerial nº 364 ainda se mostra tímido se comparado ao praticado em outras nações.

A Figura 5 mostra os níveis de desempenho energético dos condicionadores de ar disponíveis no mercado brasileiro. Elas se baseiam em dados do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), criado a fim de contribuir com a política nacional de conservação e uso racional de energia. O PBE é responsável pelos programas de avaliação da conformidade que utilizam a Etiqueta Nacional de Conservação da Energia (ENCE) para prestar informações sobre o desempenho dos produtos no que diz respeito à sua eficiência energética. Todos os produtos aprovados no PBE, e que, portanto, estão autorizados a utilizar a ENCE, são apresentados em tabelas no endereço eletrônico do INMETRO (<http://www.inmetro.gov.br>).

A análise de dados de outros países permite comparar o mercado brasileiro com o contexto mundial. Uma pesquisa da CLASP (*Collaborative Labeling & Appliance Standards Program*) apresenta informações sobre os condicionadores de ar de oito economias (Austrália, China, União Europeia, Japão, Índia, Coreia, Taiwan e estados Unidos). A Figura 6 apresenta os padrões mínimos de desempenho energético exigidos em algumas dessas localidades, em diferentes anos. Percebe-se que os níveis mínimos exigidos atualmente no Brasil (pela Portaria Interministerial nº 323) são compatíveis apenas com o apresentado atualmente na Índia e com o que havia na China em 2004. A China, porém, em 2010 já elevou tais valores, e os demais países analisados já apresentavam dados superiores aos brasileiros. Os Estados Unidos, por exemplo, exige um mínimo de 3,8 W/W desde 2006.

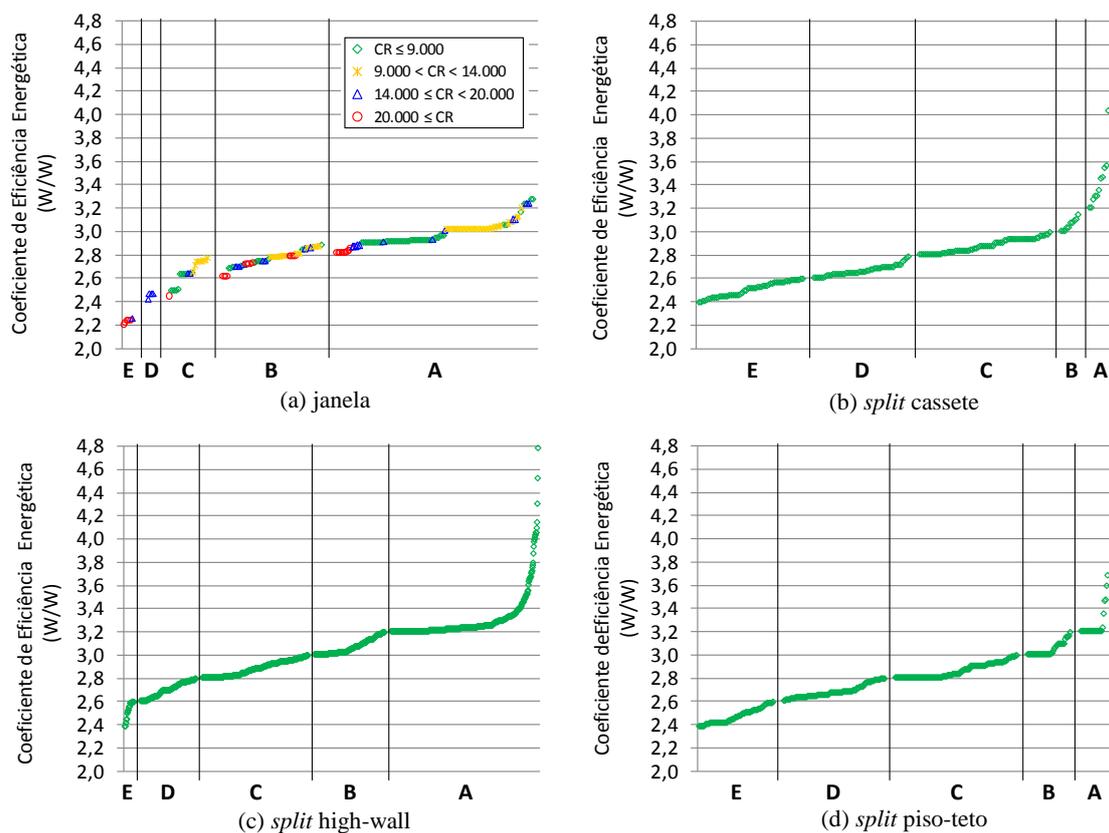


Figura 5 – Coeficiente de eficiência energética dos condicionadores de ar aprovados pelo PBE: (a) tipo Janela; (b) *Split Cassete*; (c) *Split High-Wall*; (d) *Split Piso-Teto*. Nota: CR é a capacidade de refrigeração do condicionador de ar em Btu/h.

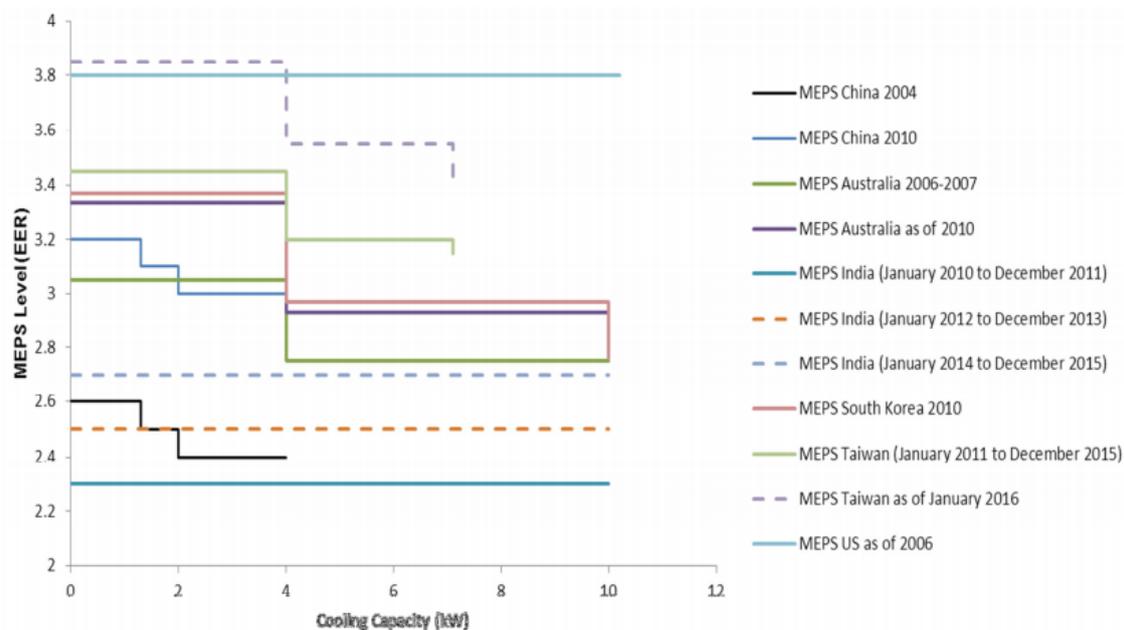


Figura 6 – Padrões mínimos de desempenho energético (MEPS – *Minimum Energy Performance Standards*) para diferentes países. Fonte: CLASP, 2011.

Observando o coeficiente de eficiência energética dos condicionadores de ar com menor eficiência (Figura 7) verifica-se que a tendência varia entre os países analisados (CLASP, 2011). Na União Europeia a eficiência dos aparelhos menos eficientes, que estava em elevação, sofreu

grande queda em 2011. Isso é preocupante e aponta a necessidade de estabelecer valores mínimos para evitar que equipamentos ineficientes sejam comercializados, especialmente em um mercado que tem equipamentos mais eficientes a oferecer. No caso dos Estados Unidos tal dado tem se mantido quase constante e na China a tendência é de elevação. Esses dois últimos países, em 2010 já tinham como pior caso equipamentos com coeficiente de eficiência energética de aproximadamente 2,9 W/W.

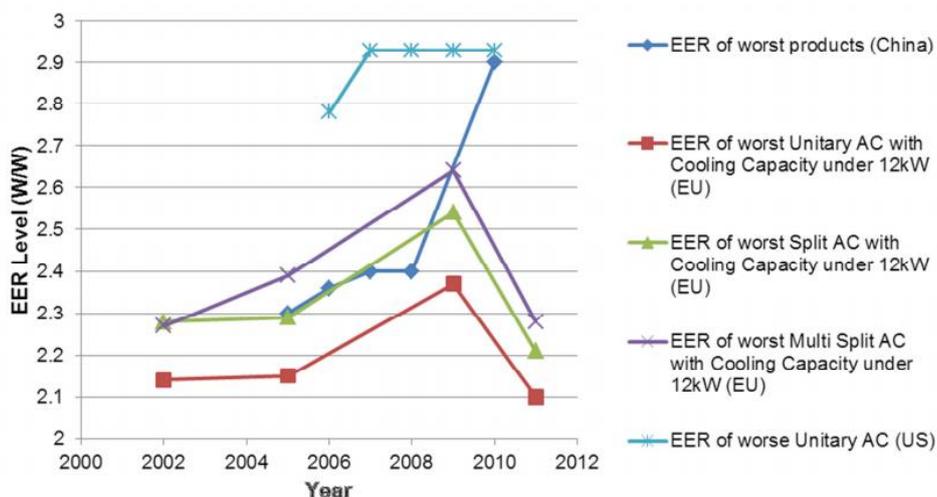


Figura 7 – Coeficiente de eficiência energética (EER – *Energy Efficiency Ratio*) dos condicionadores de ar menos eficientes. Fonte: CLASP, 2011.

Ainda mais interessante é a verificação do coeficiente de eficiência energética dos condicionadores de ar com maior eficiência em tais países (Figura 8). O valor para os *splits* mais eficientes tem apresentado uma tendência ascendente ao longo da última década na China, União Europeia, Japão e Estados Unidos (CLASP, 2011). Percebe-se que os condicionadores tipo *split* alcançam valores muito superiores aos melhores equipamentos brasileiros. O equipamento mais eficiente no Brasil, avaliado pelo PBE, apresenta coeficiente de eficiência energética de 4,79 W/W. Já na China há equipamentos com valores superiores a 6,0 W/W, e no Japão tal coeficiente ultrapassa 6,5 W/W.

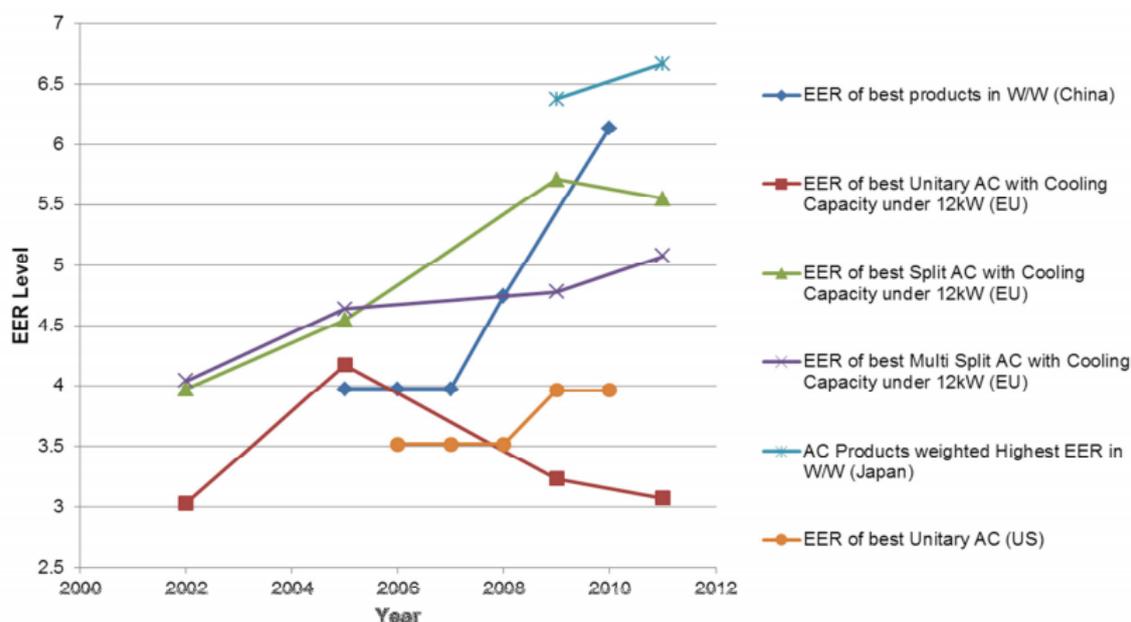


Figura 8 – Coeficiente de eficiência energética (EER – *Energy Efficiency Ratio*) dos condicionadores de ar mais eficientes. Fonte: CLASP, 2011.

No entanto, pode-se observar uma tendência inversa para os produtos do tipo janela, que estão perdendo quota de mercado. Este é especialmente o caso da União Europeia, onde o nível dos equipamentos de janela mais eficientes diminuiu entre 2005 e 2011, depois de um aumento durante o período de 2002 a 2005. Isso demonstra que a tendência observada para os produtos mais eficazes tem seguido a demanda do mercado.

As Figuras 7 e 8 demonstram que na China estão se elevando tanto as tendências de eficiência dos produtos menos eficientes quanto dos equipamentos mais eficientes. Isso é reflexo dos impactos positivos que os regulamentos mais rigorosos tiveram no mercado de condicionadores de ar na China. Tal constatação também reforça a importância da definição de níveis mínimos mais elevados para impulsionar os fabricantes, restringindo a produção de condicionadores ineficientes.

O coeficiente de eficiência energética de condicionadores de ar é a razão entre a capacidade de refrigeração e o consumo de energia, medido em plena carga (ou seja, na capacidade máxima de refrigeração do equipamento). Para determinar tal valor o equipamento é submetido a um teste em laboratório com temperatura controlada. Ocorre que durante o uso convencional do equipamento ele não permanecerá exposto a condições similares às do teste. Assim, tal coeficiente não é representativo do desempenho energético sazonal, porque não leva em consideração o desempenho em carga parcial. Na verdade, condicionadores de ar normalmente operam a plena capacidade apenas em um pequeno número de horas durante o ano. Na maior parte do tempo eles atuam em carga parcial.

Nas condições de uso dos condicionadores de ar, com temperaturas menos extremas que as de teste, alguns equipamentos apresentam desempenho melhor que o apontado pelo coeficiente de eficiência energética. Para lidar com essa deficiência metodológica, foi criado o coeficiente de eficiência energética sazonal (em inglês *Seasonal Energy Efficiency Ratio* – SEER), a fim de fornecer uma medida mais representativa do desempenho do equipamento submetido à demanda do clima local. Alguns países já utilizam o coeficiente de eficiência energética sazonal na definição de níveis mínimos de eficiência em normas e regulamentos. Nesse caso, em vez de ser testado em uma condição operacional única, o equipamento é avaliado considerando o desempenho global previsto para o clima de um ano típico de uma determinada localização.

O uso do coeficiente de eficiência energética sazonal é favorável especialmente para avaliação de equipamentos com tecnologia *inverter*. Em mercados maduros de condicionadores de ar, como a União Europeia, o Japão e os Estados Unidos, os *splits* com *inverter* estão amplamente disponíveis. O mercado japonês é dominado por equipamentos de tecnologia *inverter* com ciclo reverso, que fornecem tanto resfriamento quanto aquecimento. As vendas de condicionadores com *inverter* também estão crescendo rapidamente na China. Na maioria dos países analisados o mercado de condicionadores é dominado pelos *splits*. Uma exceção notável é a Índia, onde as unidades de janela e *split* atingem partes quase iguais no mercado (CLASP, 2011).

No Brasil, apesar da tendência de redução do uso de condicionadores do tipo janela, é importante manter o diálogo com a indústria, de forma a elevar os níveis mínimos de eficiência. Quanto aos *splits*, é imprescindível e urgente a determinação de níveis mínimos de eficiência mais elevados, impulsionando o mercado a privilegiar os melhores equipamentos. É também importante a adoção do coeficiente de eficiência energética sazonal como parâmetro na regulamentação brasileira para favorecer os equipamentos com tecnologia *inverter*, notadamente mais eficientes que os convencionais.

REFERÊNCIAS

CLASP – Collaborative Labeling & Appliance Standards Program. **Cooling Benchmarking Study Report**. Washington: CLASP, 2011. Disponível em: <<http://clasponline.org/Resources/Resources/StandardsLabelingResourceLibrary/2012/Cooling-Benchmarking-Study#files>>. Visualizado em jun. 2013.

ELETROBRÁS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.; PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Relatório de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil – Sumário Executivo – Ano base 2005**. Rio de Janeiro: ELETROBRÁS/PROCEL, 2009.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Avaliação da eficiência energética na indústria e nas residências no horizonte decenal (2010-2019)**. Série Estudos da Demanda – Nota Técnica DEA 14/10. Rio de Janeiro: EPE, 2010.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2011-2020)**. Série Estudos de Energia – Nota Técnica DEA 03/11. Rio de Janeiro: EPE, 2011.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Ministério de Minas e Energia. **Balço Energético Nacional 2012: Ano Base 2011**. Relatório Final. Rio de Janeiro: EPE, 2012.

IEA – International Energy Agency. **25 Energy Efficiency Policy – Recommendations – 2011 Update**. OECD/IEA, 2011.

IEA – International Energy Agency. **International Energy Statistics – Eletricity**. Disponível em: <<http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>>. Visualizado em jul. 2013.

Portal da Refrigeração. **Brasil: um dos maiores mercados do mundo para refrigeração e ar condicionado**. Disponível em: <http://www.refrigeracao.net/Assuntos_atuais/brasil_grande_mercado.htm>. Visualizado em jun. 2013.

SEAD – Super-efficient Equipment and Appliance Deployment. **Cooling the Planet: Opportunities for Deployment of Super Efficient Air Conditioners**. 2013. Disponível em: <http://www.clasponline.org/Resources/Resources/StandardsLabelingResourceLibrary/2013/~//media/Files/SLDocuments/2013/SEAD-Room-AC-Report/2013Apr_SEAD%20Room%20AC%20Report%20Executive%20Summary.pdf>. Visualizado em jul. 2013.