



Documento de Posição da ASHRAE em Eficiência Energética de Edificações

Aprovado pelo Conselho de Administração da ASHRAE em
15 de novembro de 2019

Reafirmado pelo Conselho de Tecnologia da ASHRAE 8 de
fevereiro de 2023

Expira
8 de julho de 2024

Traduzido sob licença da ASHRAE

ESCALAÇÃO DO COMITÊ

O Documento de Posição da ASHRAE sobre Eficiência Energética em Edifícios foi desenvolvido pelo Comitê de Documento de Posição de Eficiência Energética em Edifícios da Sociedade.

Rick Hermans (Presidente)

Aposentado
Lino Lakes, MN, USA

Doug Reindl

University of Wisconsin-Madison
Madison, WI, USA

Roger Hedrick

Noresco
Boulder, CO, USA

Wayne Stoppelmoor

Schneider Electric
Cedar Rapids, IA, USA

Bruce Hunn

Hunn Building Energy
Corrales, NM, USA

Adrienne Thomle

Aposentado
Reno, NV, USA

Merle McBride

Consultor
Granville, OH, USA

EX-MEMBROS E CONSULTORES

Mark Case

ETC Group LLC
Salt Lake City, UT, USA

Kenneth Emerson

Denver, CO, USA

ASHRAE é uma marca registrada no U.S. Patent and Trademark Office, de propriedade da American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

ASHRAE is a registered trademark in the U.S. Patent and Trademark Office, owned by the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.

HISTÓRICO DAS DATAS DE REVISÃO/REAFIRMAÇÃO/RETIRADA

The following summarizes this document's revision, reaffirmation, or withdrawal dates:

15/11/2019—BOD aprova Documento de Posição intitulado *Eficiência Energética em Edifícios*

8/2/2023—Conselho de Tecnologia reafirma Documento de Posicionamento intitulado *Eficiência Energética em Edificações*

Nota: O Conselho de Tecnologia da ASHRAE e o comitê de reconhecimento recomendam revisão, reafirmação ou retirada a cada 30 meses.

Esta publicação foi traduzida com permissão em 2024 da edição em inglês intitulada ASHRAE Position Document on Energy Efficiency in Buildings publicado pela ASHRAE © 2023. Tradução por ASHRAE South Brazil Chapter. A ASHRAE não assume nenhuma responsabilidade pela precisão da tradução. Para baixar a edição em inglês, visite www.ashrae.org/about/position-documents.

This publication was translated with permission in 2024 from the English edition titled ASHRAE Position Document on Energy Efficiency in Buildings published by ASHRAE © 2023. Translation by ASHRAE South Brazil Chapter. ASHRAE assumes no responsibility for the accuracy of the translation. To download the English edition, visit www.ashrae.org/about/position-documents.

Nota: Os documentos de posição da ASHRAE são aprovados pelo conselho de administração e expressam as opiniões da sociedade sobre um assunto específico. O objetivo destes documentos é fornecer informações de base objetivas e fidedignas às pessoas interessadas em questões da competência da ASHRAE, em especial em domínios em que essas informações serão úteis para a elaboração de políticas públicas sólidas. Um propósito relacionado é também servir como uma ferramenta educacional esclarecendo a posição da ASHRAE para seus membros e profissionais, em geral, avançando as artes e ciências de HVAC&R.

CONTEÚDO

Documento de Posição da ASHRAE sobre Eficiência Energética em Edifícios

SECÇÃO	PÁGINA
Abstrair	1
Resumo	2
1 A Questão	3
1.1 Eficiência Energética Economiza o Dinheiro do Consumidor de Energia	3
1.2 Eficiência Energética Melhora a Economia	4
1.3 Eficiência Energética é Bom para o Meio Ambiente e a Qualidade de Vida.	5
1.4 Eficiência Energética Melhora a Segurança Nacional	5
2 Fundo	6
2.1 Envolvimento da ASHRAE na Eficiência Energética dos Edifícios.	6
2.2 Valor para Proprietários e Administradores de Edifícios.	6
2.3 Pesquisa ASHRAE	7
3 Recomendações	8
4 Referências	8

ABSTRAIR

Este documento de posição defende que, embora a redução do consumo de energia nos edifícios e a melhoria da eficiência dos equipamentos tenham melhorado substancialmente nos últimos 40 anos, as melhorias adicionais na eficiência da utilização de energia não são apenas alcançáveis, mas muitas vezes as estratégias são mais rentáveis em edifícios novos e existentes para alcançar um mundo mais sustentável. A melhoria da eficiência do uso de energia em edifícios e equipamentos deve ser perseguida agressivamente no projeto de edifícios e na seleção de equipamentos de aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração (HVAC&R), e antes de considerar a implementação de qualquer geração de energia no local. Os códigos energéticos, as normas, os índices de referência, as classificações e a divulgação da utilização de energia dos edifícios são instrumentos eficazes para melhorar a eficiência da utilização da energia. A melhoria contínua das tecnologias de eficiência no uso de energia dos edifícios é possível com o financiamento robusto e sustentado de pesquisa e desenvolvimento por governos, serviços públicos e organizações não governamentais, como a ASHRAE.

RESUMO

Os edifícios e suas construções são responsáveis por 36% do consumo final global de energia e quase 40% do total de emissões diretas e indiretas de dióxido de carbono (CO₂) (IEA 2019).

AASHRAE tem um interesse direto e preocupação com questões energéticas. AASHRAE é uma das poucas organizações com experiência, filiação e missão para abordar diretamente a eficiência do uso de energia em edifícios atuais e futuros.

As posições da ASHRAE são as seguintes:

- As estratégias e práticas de melhoria da eficiência na utilização de energia, tanto para edifícios novos como existentes, devem ser prosseguidas de forma agressiva antes da implementação de qualquer produção de energia renovável no local. Essas estratégias são capazes de alcançar reduções significativas no consumo de energia, e ao mesmo tempo serem rentáveis.
- Quando apoiadas por uma forte implementação de políticas e regulamentações, as normas relacionadas com a construção são instrumentos eficazes para melhorar a eficiência na utilização da energia.
- Códigos de energia, normas, benchmarks, classificações e divulgação do uso de energia de edifícios fornecem valor significativo para proprietários e gerentes de edifícios.
- O financiamento sustentado de pesquisa e desenvolvimento por governos, serviços públicos e organizações não governamentais, como a ASHRAE, continuará a avançar nas tecnologias de eficiência no uso de energia dos edifícios em aquecimento, ventilação, ar condicionado e refrigeração (HVAC&R); envoltória do edifício; e outras áreas para reduzir o uso de energia em edifícios. A colaboração entre as organizações alavanca investimentos em financiamento de pesquisas.
- As medidas de eficiência energética não devem comprometer a saúde, a segurança e o conforto.

AASHRAE está comprometida com o seguinte:

- Desenvolvimento de novas normas e atualização das normas existentes que forneçam requisitos mínimos de conformidade para a eficiência do uso de energia dos edifícios.
- Desenvolvimento e atualização de Guias Avançados de Projeto de Energia (GsAPE) para facilitar projetos que excedam significativamente os critérios em padrões mínimos de eficiência.
- Trabalhar com outras organizações para melhorar o consumo eficiente de energia por meio de códigos de construção, incentivos e outros mecanismos.
- Apoiar a adoção de códigos de construção e padrões de energia em países em desenvolvimento.
- Tecnologias avançadas por meio de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que permitam o projeto e a aplicação de equipamentos e sistemas de HVAC&R de alta eficiência e ambientalmente responsáveis.
- Fornecer uma gama de oportunidades educacionais para a indústria da construção, incluindo manuais, diretrizes, programas de certificação, publicações, educação on-line e sites, programas de capítulos e webcasts, seminários técnicos e conferências técnicas.

1. A QUESTÃO

Os edifícios e suas construções são responsáveis por 36% do consumo global de energia e quase 40% das emissões totais de CO₂ direto e indireto. A melhoria do acesso à energia nos países em desenvolvimento, o aumento da propriedade e do uso de dispositivos que consomem energia e o rápido crescimento da área útil dos edifícios fizeram com que a demanda de energia tanto dos edifícios existentes quanto da construção de novos edifícios aumentasse em quase 3% ao ano (IEA 2019). O uso de condicionadores de ar e ventiladores elétricos para se manter fresco representa quase 20% do total de eletricidade usada em edifícios em todo o mundo hoje (IEA 2018).

AASHRAE tem um interesse direto e preocupação com questões energéticas. AASHRAE é uma das poucas organizações com experiência, associação e missão para afetar diretamente a eficiência do uso de energia em edifícios atuais e futuros.

Embora a eficiência na utilização de energia dos edifícios tenha aumentado substancialmente nos últimos 40 anos, o setor da construção tem um grande potencial para melhorar a eficiência econômica da utilização de energia, reduzir o custo energético para os proprietários de edifícios e as reduções associadas nas emissões de gases com efeito de estufa. Um estudo de pesquisa recente da ASHRAE (ASHRAE 2015) mostrou que edifícios comerciais e multifamiliares podem reduzir seu uso de energia em um futuro próximo (2030) em até 48% em comparação com edifícios projetados de acordo com a Norma ANSI/ASHRAE/IES 90.1-2013 (ASHRAE 2013). As estratégias de eficiência no uso de energia investigadas no estudo incluíram os equipamentos de maior eficiência e as práticas de projeto de edifícios atualmente disponíveis ou que poderiam ser razoavelmente esperadas até 2030. O estudo não abordou os primeiros custos, mas muitas dessas práticas de projeto e escolhas de equipamentos provavelmente serão econômicas até lá.

Existem quatro razões principais para melhorar a eficiência na utilização da energia:

- Poupar o dinheiro dos consumidores de energia
- Melhorar a economia
- Improve the environment and quality of life
- Improve national security

1.1 Eficiência Energética Economiza o Dinheiro do Consumidor de Energia

O negócio da eficiência no uso de energia é, na maioria das vezes, uma decisão sobre investimento de capital. Em sua forma mais simples, se um investimento de capital resulta em custos operacionais mais baixos a uma taxa maior do que os investimentos padrão do mesmo capital, então isso é um bom investimento. Muitas melhorias na eficiência do uso de energia têm retornos de cinco anos ou menos. Para resolver a questão do custo de investimento inicial, os contratos de serviços de energia são uma abordagem popular, na qual os custos de investimento são reembolsados diretamente pela redução dos custos operacionais. Várias outras opções de financiamento também estão disponíveis. Depois que esse investimento

“A eficiência energética oferece um recurso energético vasto e de baixo custo para a economia dos EUA—mas apenas se o país puder criar uma abordagem abrangente e inovadora para desbloqueá-la. Barreiras significativas e persistentes precisarão ser abordadas em vários níveis para estimular a demanda por eficiência energética e gerenciar sua entrega em mais de 100 milhões de edifícios e literalmente bilhões de dispositivos.”

(McKinsey & Company 2009)

for reembolsado, o proprietário do edifício e, indiretamente, os consumidores de energia colherão esses benefícios para o restante da vida útil do edifício.

Além disso, os custos de capital dos sistemas de climatização são reduzidos por medidas de eficiência energética que resultam da redução das cargas de aquecimento e arrefecimento dos edifícios. Assim, são necessários sistemas e equipamentos menores, reduzindo assim os primeiros custos. Este mesmo benefício ocorre quando os sistemas de energia renovável fornecem algumas das necessidades energéticas de um edifício; Cargas mais baixas reduzem a demanda de energia, resultando em sistemas e equipamentos de energia renovável menores e, portanto, economia de custos de capital.

Os proprietários de edifícios que fizerem investimentos em esforços de eficiência na utilização da energia dos edifícios obterão benefícios acrescidos à medida que os preços da energia aumentam. Embora os preços da energia flutuem no curto prazo, espera-se que aumentem a longo prazo. As melhorias na eficiência do uso de energia aumentam no valor presente devido a esse fator de escalada de preços que agrava a vida útil das melhorias.

1.2 Eficiência Energética Melhora a Economia

Em seu relatório de mercado de eficiência no uso de energia de médio prazo de 2015, a Agência Internacional de Energia (AIE) declarou: “Para fazer a transição para o sistema de energia sustentável do futuro, precisamos dissociar o crescimento econômico das emissões de gases de efeito estufa (GEE). A eficiência energética é a ‘flecha no quiver’ mais importante para conseguir isso” (IEA 2015). A eficiência energética melhora a economia porque mais bens e serviços (Produto Interno Bruto [PIB]) são produzidos por unidade de energia gasta. Isso é ilustrado na Figura 1 para os Estados Unidos. O PIB cresceu a um ritmo mais rápido do que a energia usada para produzir bens e serviços.

Os Estados Unidos vêm dissociando o PIB do uso de energia nos últimos quarenta anos, como mostra a Figura 1. A perspectiva global mostra tendências semelhantes às dos Estados Unidos.

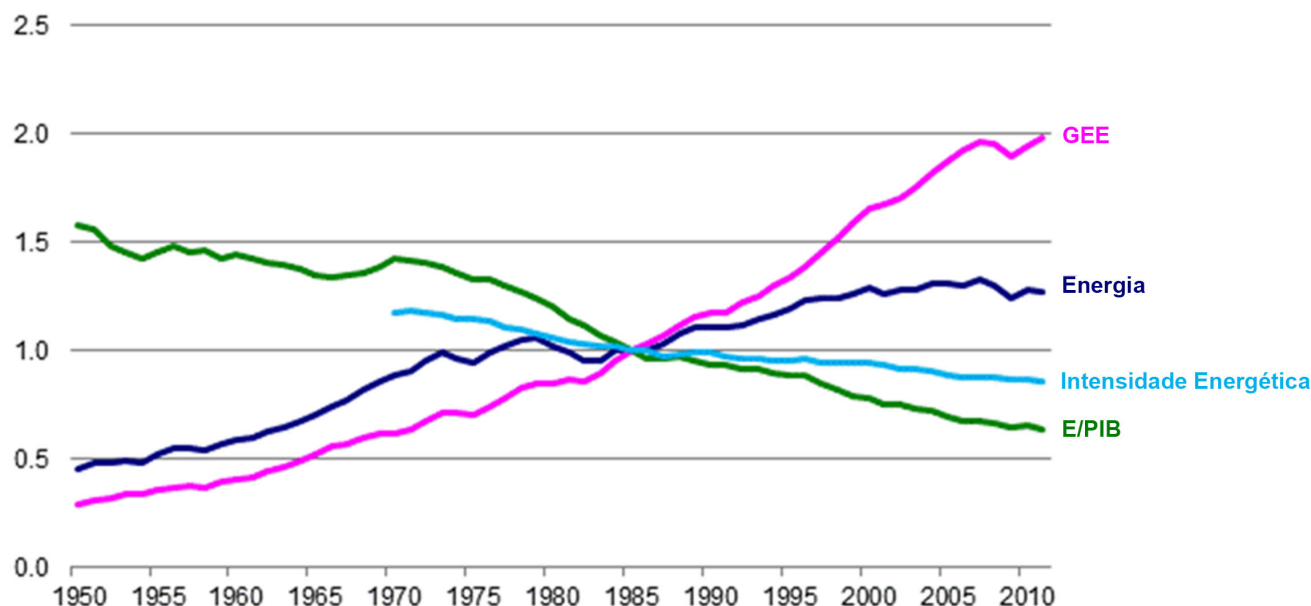


Figura 1 Índices de Uso de Energia, PIB e Intensidade Energética, 1950–2011.
EERE s.d.

O consumo de energia por unidade do PIB está em constante queda (AIE 2016).

1.3 Eficiência Energética é Bom para o Meio Ambiente e Qualidade de Vida

Os edifícios e os seus sistemas HVAC contribuem para as emissões de gases com efeito de estufa através da combustão direta e indireta de combustíveis fósseis. As emissões também são produzidas a partir da extração, transporte e distribuição de combustíveis fósseis. Aproximadamente 39% das emissões totais de CO₂ da sociedade resultam do consumo de energia dos edifícios. A melhoria da eficiência na utilização da energia dos edifícios e a utilização de energias renováveis podem reduzir as emissões de dióxido de carbono relacionadas com os edifícios. Danos ambientais também podem ser causados por liberações de refrigerantes. Seleção de refrigerante e práticas podem reduzir ainda mais os impactos ambientais negativos dos edifícios (ASHRAE 2018).

A má qualidade do ar/ambiente interior (IEQ) pode resultar em graves consequências para a saúde, tais como doenças cardíacas e cancro do pulmão. Pesquisas também indicam que um IEQ ruim pode resultar em aumento do absenteísmo e redução do desempenho no trabalho ou na aprendizagem. Em reconhecimento a esta ligação, a ASHRAE opõe-se a quaisquer esforços para aumentar a eficiência da utilização de energia em detrimento da IEQ e, em vez disso, incentiva o apoio a legislação que adote uma abordagem mais abrangente para melhorar o desempenho dos edifícios (Persily 2015).

Para contextualizar o mercado global de eficiência energética, observamos que os edifícios residenciais respondem por 74% do uso global de energia dos edifícios e os edifícios não residenciais (notadamente edifícios comerciais) respondem por 26%. De 2002 a 2012, o uso de energia em edifícios não residenciais cresceu a um ritmo mais rápido (22%) do que em edifícios residenciais (12%) (IEA 2015).

Ao nível da utilização final, estima-se que a combinação de aquecimento de ambientes, arrefecimento de espaços e aquecimento de água seja responsável por quase 60% do consumo global de energia nos edifícios. Os edifícios não residenciais geralmente oferecem uma boa oportunidade para o investimento em eficiência energética, pois as atividades comerciais realizadas normalmente exigem uma gestão mais ativa das receitas e despesas e as decisões sobre o consumo de energia por unidade são mais centralizadas (IEA 2015).

Com base nas políticas, tecnologias, serviços e tendências econômicas projetadas, espera-se que o uso final de energia em edifícios mude drasticamente—algumas mudanças reduzirão o uso de energia (por exemplo, para aquecimento de ambientes), enquanto outras o aumentarão (por exemplo, para eletrônicos e eletrodomésticos). Considerando os fatores que influenciam o uso de energia dos edifícios—crescimento populacional, mudanças no mercado, prosperidade econômica e assim por diante—os esforços para alinhar estrategicamente novas políticas, tecnologias e serviços no mercado de eficiência energética dos edifícios podem proporcionar economias significativas de energia, mantendo o crescimento econômico (IEA 2015).

1.4 Eficiência Energética Melhora a Segurança Nacional

As economias nacionais de todas as nações e sua segurança estão intrinsecamente ligadas na economia global atual. Os fluxos de energia entre as nações estão sendo usados para influenciar as economias nacionais de maneiras únicas na história. As nações que dependem das importações de energia estão sujeitas às flutuações dos mercados mundiais de energia. A eficiência no uso de energia pode desempenhar um papel importante na estabilização da segurança econômica de uma nação e, portanto, de sua segurança nacional, reduzindo a dependência energética.

2. FUNDO

2.1 Envolvimento da ASHRAE na Eficiência Energética em Edifícios

A ASHRAE está qualificada de forma única para ter um impacto significativo no setor comercial por meio do desenvolvimento de padrões, educação e defesa do governo. A ASHRAE, através de seus comitês de pesquisa e redação técnica e de normas, tem sido a principal desenvolvedora nacional e global de informações técnicas sobre o uso de energia em edifícios. Informações sobre uso de energia, eficiência no uso de energia e métodos de projeto, comissionamento, operação, retrocomissionamento e auditoria de edifícios estão disponíveis em inúmeras publicações e programas desenvolvidos pela ASHRAE.

2.2 Valor para Proprietários e Administradores de Edifícios

Códigos de energia, padrões, benchmarks, classificação e divulgação para uso de energia de edifícios fornecem valor significativo para proprietários e gerentes de edifícios.

2.2.1 Padronização da Divulgação do Uso de Energia

A ASHRAE estabelece requisitos padronizados para:

- A divulgação da utilização de energia dos edifícios através de uma classificação e de uma documentação sumária de apoio
- Modelagem de edifícios e canteiros de obras para estimar ou prever o uso de energia de edifícios para uma classificação de ativos
- Determinação do uso de energia, com dados medidos, de edifícios e canteiros de obras para uma classificação operacional
- Critérios de credenciamento aceitáveis para indivíduos que aplicam requisitos padronizados e relatam o uso de energia do edifício
- O formato e o conteúdo da divulgação da classificação, o rótulo e a documentação de suporte

Esses requisitos padronizados são projetados para fornecer um método para que as autoridades estaduais e locais forneçam informações consistentes aos proprietários e gerentes de edifícios em muitas jurisdições.

2.2.2 Normas e Diretrizes da ASHRAE sobre Energia

As Normas e Diretrizes da ASHRAE relacionadas à eficiência energética incluem o seguinte:

- Norma ASHRAE/IES 90.1-2016, *Norma de Energia para Edifícios, Exceto Edifícios Residenciais Baixos*
- Norma ASHRAE 90.2-2018, *Projeto de eficiência energética de edifícios residenciais baixos*
- Padrão ANSI/ASHRAE 90.4-2016, *Padrão de Energia para Data Centers*
- Norma ASHRAE/IES 100-2018, *Eficiência Energética em Edifícios Existentes*
- Norma ASHRAE 105-2014, *Métodos Padrão de Determinação, Expressão e Comparação do Desempenho Energético de Edifícios e Emissões de Gases de Efeito Estufa*

- Norma ASHRAE/ACCA 180-2018, *Prática Padrão para Inspeção e Manutenção de Sistemas de AVAC de Edifícios Comerciais*
- IgCC/189.1, Código® Internacional de Construção Verde alimentado por ANSI/ASHRAE/ICC/USGBC/IES Standard 189.1
- Norma ASHRAE/IES 202-2018, *Processo de Comissionamento de Edifícios e Sistemas*
- ANSI/ASHRAE/ACCA 211-2018, *Norma para Auditorias Energéticas de Edifícios Comerciais*
- Norma ANSI/ASHRAE 214-2017, *Norma para Determinar e Expressar o Desempenho Energético de Edifícios em um Programa de Classificação*
- Diretriz ASHRAE 14-2014, *Medição de Energia e Economia de Demanda*
- Diretriz ASHRAE 36-2018, *Sequências de Operação de Alto Desempenho para Sistemas HVAC*

2.2.3 Programa de Construção de QE da ASHRAE

O programa Building Energy Quotient (Building EQ) da ASHRAE fornece uma análise energética rápida, auxilia proprietários e gerentes de edifícios na preparação de uma Auditoria Energética de Nível 1 da ASHRAE e fornece recomendações acionáveis para melhorar o desempenho energético de um edifício, incluindo medidas de eficiência de uso de energia de baixo e nenhum custo e uma pesquisa IEQ com medições registradas (ASHRAE s.d.).

Os benefícios do Building EQ incluem o seguinte:

- Compara o desempenho do edifício por meio de benchmarking
 - Inclui a troca de dados de energia medida do ENERGY STAR® Portfolio Manager (DOE s.d.)
 - Cálculo da intensidade média de utilização de energia (IUE) alinhado com o Gestor de Portfólio ENERGY STAR
- Detalha recomendações acionáveis para melhorar o desempenho de um edifício
- Simplifica e melhora o processo de auditoria para acompanhar a melhoria ao longo do tempo
- Utiliza processos padrão e consistentes
- Fornece classificações de projeto e operacionais para analisar o desempenho potencial e real
- Cria uma oportunidade para reavaliar o desempenho do edifício após a implementação de melhorias de eficiência no uso de energia para determinar a eficácia (melhor desempenho/classificação)
- Fornece uma pontuação de desempenho (eficiência) do Building EQ para benchmarking
- Oferece uma etiqueta de construção para reconhecer edifícios de alto desempenho

2.3 Pesquisa ASHRAE

Todos os anos, a campanha de promoção da pesquisa da ASHRAE arrecada mais de US\$ 2 milhões para promover as artes e ciências de HVAC&R e as disciplinas relacionadas. Uma fração significativa desse esforço de pesquisa diz respeito à melhoria da eficiência do uso de energia em edifícios

3. RECOMENDAÇÕES

As posições da ASHRAE são as seguintes:

- As estratégias e práticas de melhoria da eficiência na utilização de energia, tanto para edifícios novos como existentes, devem ser prosseguidas de forma agressiva antes da implementação de qualquer produção de energia renovável no local. Essas estratégias são capazes de alcançar reduções significativas no consumo de energia, ao mesmo tempo em que são econômicas.
- Quando apoiadas por uma forte implementação de políticas e regulamentações, as normas relacionadas com a construção são instrumentos eficazes para melhorar a eficiência na utilização da energia.
- Códigos de energia, normas, benchmarks, classificações e divulgação do uso de energia de edifícios fornecem valor significativo para proprietários e gerentes de edifícios.
- O financiamento sustentado de pesquisa e desenvolvimento por governos, serviços públicos e organizações não governamentais, como a ASHRAE, continuará a promover tecnologias de eficiência no uso de energia de edifícios em HVAC&R, envelope de edifícios e outras áreas para reduzir o uso de energia em edifícios. A colaboração entre essas organizações para alavancar investimentos em financiamento de pesquisa é altamente desejável.
- As ações de eficiência energética não devem comprometer a saúde, a segurança e o conforto dos ocupantes.

A ASHRAE está comprometida com o seguinte:

- Desenvolvimento de novas normas e atualização das normas existentes que forneçam requisitos mínimos de conformidade para a eficiência do uso de energia dos edifícios.
- Desenvolver e atualizar AEDGs para facilitar projetos que excedam significativamente os critérios em padrões mínimos de eficiência.
- Trabalhar com outras organizações para melhorar a eficiência do uso de energia por meio de códigos de construção, incentivos e outros mecanismos.
- Apoiar a adoção de códigos de construção e padrões de energia em países em desenvolvimento.
- Tecnologias avançadas por meio de pesquisa e desenvolvimento que permitem o projeto e a aplicação de equipamentos e sistemas de HVAC&R de alta eficiência e ambientalmente responsáveis.
- Fornecer uma gama de oportunidades educacionais para a indústria da construção, incluindo manuais, diretrizes, programas de certificação, publicações, educação on-line e sites, programas de capítulos e webcasts, seminários técnicos e conferências técnicas.

4. REFERÊNCIAS

ASHRAE. n.d.a. *Building EQ*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/technical-resources/building-eq.

ASHRAE. n.d.b. *Advanced Energy Design Guides*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/technical-resources/aedgs.

ASHRAE. n.d.c. *ASHRAE Technology Portal*. www.ashrae.org/technical-resources/technology-portal

- ASHRAE. 2013. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2013, *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2015. *Development of Maximum Technically Achievable Energy Targets for Commercial Buildings—Ultra-Low Energy Use Building Set*. ASHRAE RP-1651 final report. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2018. ASHRAE Position Document on Climate Change. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/File%20Library/About/Position%20Documents/ASHRAE-Position-Document-on-Climate-Change.pdf.
- DOE. n.d. *Use Portfolio Manager*. Washington, DC: U.S. Department of Energy. www.energystar.gov/buildings/facility-owners-and-managers/existing-buildings/use-portfolio-manager.
- EERE. 2017 Energy Intensity Indicators: Highlights. Washington, DC: U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. www.energy.gov/eere/analysis/energy-intensity-indicators-highlights.
- Persily, A. 2015. Challenges in developing ventilation and indoor air quality standards: The story of ASHRAE Standard 62. *Building and Environment* 91:61–69.
- ICC. 2018. IgCC/189.1. *International Green Construction Code® powered by ANSI/ASHRAE/ICC/USGBC/IES Standard 189.1*. Washington, DC: International Code Council.
- IEA. n.d. Buildings. Paris, France: International Energy Agency. www.iea.org/topics/buildings.
- IEA. 2015. *Energy Efficiency Market Report 2015*. Paris, France: International Energy Agency. www.iea.org/publications/freepublications/publication/MediumTermEnergyefficiencyMarketReport2015.pdf.
- IEA. 2016. Key world energy trends. In *World Energy Balances*. Paris, France: International Energy Agency. <https://euagenda.eu/publications/key-world-energy-trends-excerpt-from-world-energy-balances>.
- IEA. 2018. The Future of Cooling. Paris, France: International Energy Agency. www.iea.org/reports/the-future-of-cooling.
- IEA. 2019. Global status report for buildings and construction. Paris, France: International Energy Agency. www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019.
- McKinsey & Company. 2009. *Unlocking Energy Efficiency in the U.S. Economy*. New York: McKinsey & Company. www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/epng/pdfs/unlocking%20energy%20efficiency/us_energy_efficiency_exc_summary.ashx.