Elaboração de estudos e insumos para auxiliar o desenvolvimento do Plano de Ação de Eficiência Energética

EDIFICAÇÕES

Relatório Final – R01

08/06/2018

Preparado para:

Empresa de Pesquisa Energética

cooperação alemã DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Por meio da: giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

iCS instituto CLIMA e SOCIEDADE

Relatório Final

Contratação de consultoria técnica especializada no tema de eficiência energética em Edificações para elaboração de estudos e insumos destinados a auxiliar o desenvolvimento do Plano de Ação de Eficiência Energética.

Elaboração: Mitsidi Projetos

Orientação: Roberto Lamberts
Autores: Maxine Jordan
Rosane Fukuoka
Edward Borgstein
Ana Paula Melo

Para: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Projeto: Sistemas de Energia do Futuro
Nº do Programa: PN 2015.2126.9-001
Coordenação: Florian Bauer (responsável técnico - GIZ)

Junho de 2018

Informações Legais

1. Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). No entanto, erros com relação ao conteúdo não podem ser evitados. Consequentemente, nem a GIZ ou o(s) autor(es) podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.

2. A duplicação ou reprodução de todo ou partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que a GIZ seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento escrito da GIZ.

Sumário

LISTA DE FIGURAS **5**

LISTA DE TABELAS **6**

RESUMO EXECUTIVO **8**

1. INTRODUÇÃO **12**

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **12**

2.1. TENDÊNCIAS DE CONSUMO NO SETOR 12
2.2. MELHORES PRÁTICAS INTERNACIONAIS 13
2.3. POLÍTICAS PÚBLICAS E AÇÕES ESTRUTURANTES 14
2.4. AÇÕES VOLUNTÁRIAS E DESENVOLVIMENTO DO MERCADO 15
2.5. MAPEAMENTO DE AÇÕES E NECESSIDADES 15

3. METODOLOGIA DO ESTUDO **19**

3.1. QUESTÕES TRANSVERSAIS E SETORIAIS 19
3.2. CRITÉRIOS QUALITATIVOS E EXPLICAÇÃO DE CRITÉRIOS QUANTITATIVOS 20
3.3. INTERAÇÃO ENTRE AS MEDIDAS E ECONOMIAS 22
3.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE DADOS, METODOLOGIAS DE CÁLCULO E SUPOSIÇÕES NECESSÁRIAS 23

4. ÁREAS DE ATUAÇÃO PARA PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES **26**

4.1. ÁREA 1: ETIQUETAGEM 26
4.2. ÁREA 2: ÍNDICES MÍNIMOS NA ENVOLTÓRIA 30
4.3. ÁREA 3: ÍNDICES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO EM CÓDIGOS DE OBRAS 33
4.4. ÁREA 4: ÍNDICES DE DESEMPENHO ENERGÉTICO OPERACIONAL 36
4.5. ÁREA 5: ÍNDICES MÍNIMOS PARA EQUIPAMENTOS 38
4.6. ÁREA 6: INCENTIVOS A PRÉDIOS DE BAIXO CONSUMO 40

5. AÇÕES PRIORITÁRIAS **42**

5.1. A1: TORNAR ETIQUETAGEM COMPULSÓRIA 42
5.2. A2: ESTABELECIMENTO E IMPLANTAÇÃO DE ÍNDICES MÍNIMOS DE DESEMPENHO TÉRMICO NA ENVOLTÓRIA 59
5.3. A3: DESENVOLVER MODELOS DE CÓDIGOS DE OBRAS PARA ADOÇÃO VOLUNTÁRIA 66
5.4. B1: POSSIBILITAR A ADOÇÃO DE BENCHMARKING E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO OPERACIONAL (DEO) 71
5.5. B2: DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS E *RETROFITS* 78
5.6. B3: REVISÃO E EXPANSÃO DOS PROGRAMAS DE ÍNDICES MÍNIMOS PARA SISTEMAS PREDIAIS 92

6. AÇÕES COMPLEMENTARES E TRANSVERSAIS **103**

6.1. CP1: AUMENTO DA TRANSPARÊNCIA 103
6.2. CP2: PROGRAMAS ESTRUTURADOS DE LEVANTAMENTOS DE DADOS E DESENVOLVIMENTO DE UMA LINHA DE BASE 104
6.3. CP3: INTERAÇÃO COM AS ATIVIDADES DO PROCEL 107
6.4. CP4: PROGRAMAS ESTRUTURADOS DE CAPACITAÇÃO 108
6.5. C5: PROPORCIONAR MODELOS DE INCENTIVOS A PRÉDIOS DE BAIXO CONSUMO 110
6.6. C6: PROGRAMA ESPECÍFICA DE EXCELÊNCIA EM *DATACENTERS* 113
6.7. C7: SATISFAÇÃO DE USUÁRIOS E QUALIDADE DE AR INTERNO (QAI) 114
6.8. C8: AÇÕES PARA GÁS NATURAL E GLP 116
6.9. C9: QUESTÕES RELACIONADAS A ENERGIA EMBUTIDA DOS EDIFÍCIOS 119

7. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS **122**

7.1. RESULTADOS E CONCLUSÕES 122
7.2. PRIORIDADES PARA ATUAÇÃO E NECESSIDADE DE INTEGRAÇÃO COM DIFERENTES ÓRGÃOS DE GOVERNO 124
7.3. ORDEM DE IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS E CRIAÇÃO DE INFRAESTRUTURA CENTRALIZADA PARA GERENCIAR TODAS 124
7.4. IMPORTÂNCIA DE CORRELAÇÃO EFETIVA COM MEDIDAS TRIBUTÁRIAS E DE FINANCIAMENTO 125
7.5. CRITICIDADE DE LEVANTAMENTOS DE INFORMAÇÕES E OUTRAS AÇÕES ESTRUTURANTES DA ÁREA 125

REFERENCIAS 126

HQE. FRANCE'S REFERENCE CERTIFICATION SCHEME, 2018. DISPONÍVEL EM: HTTP://WWW.BEHQE.COM/HQE-IN-THE-WORLD/LIST-OF-PROJECTS. ACESSO EM JUNHO DE 2018. 127

LISTA DE SIGLAS 132

ANEXO 1 – PRIORIZAÇÃO DE MEDIDAS 134

ANEXO 2 – PREMISSAS DE CÁLCULO AÇÃO A1 - ETIQUETAGEM 136

ANEXO 3 - PREMISSAS DE CÁLCULO AÇÃO B1 E B2 - BENCHMARKING E DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO 141

ANEXO 4 - PREMISSAS DE CÁLCULO AÇÃO B3 - ÍNDICES MÍNIMOS DE EQUIPAMENTOS 142

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 0-2. MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO E FERRAMENTAS 11
FIGURA 2-1 - CONSUMO ENERGÉTICO EM EDIFICAÇÕES, ANO BASE 2016 (FONTE: BEN, 2017) 13
FIGURA 2-2 - COMPLEMENTARIEDADE DE SISTEMAS VOLUNTÁRIOS E MANDATÓRIOS PARA EE EM EDIFICAÇÕES 16
FIGURA 3-1. ESQUEMA DE QUESTÕES TRANSVERSAIS E SETORIAIS, NO CONTEXTO DO PAÍS. FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA 19
FIGURA 5-1. ESQUEMA DOS PASSOS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA DE ETIQUETAGEM 48
FIGURA 5-2. ECONOMIA DE ENERGIA PELA AÇÃO A1 - ETIQUETAGEM 51
FIGURA 5-3. CUMULATIVO DAS ECONOMIAS DE ENERGIA DA AÇÃO A1 - ETIQUETAGEM 52
FIGURA 5-4. CUMULATIVO DAS ETIQUETAS EMITIDAS PELA AÇÃO A1 - ETIQUETAGEM 52
FIGURA 5-5. COMPARATIVO DE ECONOMIA DE ENERGIA POR ETIQUETA EMITIDA. 52
FIGURA 5-6. ENERGIA ECONOMIZADA POR REFORMA OU NOVA CONSTRUÇÃO 52
FIGURA 5-7. ECONOMIA DE ENERGIA PELA AÇÃO A2 - ÍNDICES MÍNIMOS NA ENVOLTÓRIA 64
FIGURA 5-8. CUMULATIVO DAS ECONOMIAS DE ENERGIA DA AÇÃO A2 – ÍNDICES MÍNIMOS NA ENVOLTÓRIA 64
FIGURA 5-9. ECONOMIA DE ENERGIA PELA AÇÃO A3 - ÍNDICES MÍNIMOS NA ENVOLTÓRIA 68
FIGURA 5-10. CUMULATIVO DAS ECONOMIAS DE ENERGIA DA AÇÃO A3 – ÍNDICES MÍNIMOS NA ENVOLTÓRIA 68
FIGURA 5-11. EXEMPLO DE CLASSIFICAÇÃO DE UM EDIFÍCIO PÚBLICO DE ADMINISTRAÇÃO NA FERRAMENTA DE BENCHMARKING. 72
FIGURA 5-12. MODELO DE CAUSA E EFEITO PARA BAIXO DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES EXISTENTES (DESENVOLVIMENTO PRÓPRIO). 73
FIGURA 5-13. POTENCIAL MÉDIO DE ECONOMIA COM DIAGNÓSTICOS ENERGÉTICOS EM FUNÇÃO DA IDADE DA EDIFICAÇÃO. FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM DADOS DO CBCS, 2018. 79
FIGURA 5-14. ESQUEMA DE IMPLEMENTAÇÃO DA MEDIDA B1 E B2. FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2018. 80
FIGURA 5-15. UNIVERSO DE ANÁLISE DE EDIFÍCIOS PÚBLICOS ADMINISTRATIVOS. FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE NOS DADOS DO CBCS, 2018. 81
FIGURA 5-16. RESULTADO DO BENCHMARKING DE ENERGIA DOS 20 EDIFÍCIOS PÚBLICOS. FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA A PARTIR DE DADOS DO CBCS, 2017. 82
FIGURA 5-17. AMOSTRAGEM DE 8 EDIFÍCIOS COMERCIAIS POR REGIÃO GEOGRÁFICA. FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2018. 83
FIGURA 5-18.POTENCIAIS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE CADA USO PRINCIPAL POR CENÁRIO. DADOS DA PUC-RIO,2005. 84
FIGURA 5-19. POTENCIAL DE ECONOMIA EM ENERGIA ELÉTRICA EM RESIDÊNCIAS, NAS DIFERENTES REGIÕES GEOGRÁFICAS. FONTE: PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO, 2005. 84
FIGURA 5-20. POTENCIAIS DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE CADA USO PRINCIPAL/EQUIPAMENTO NO CENÁRIO 2, SUBSETOR E REGIÃO DO BRASIL, PARA O ANO DE 2030. FONTE: PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO, 2005 85
FIGURA 5-21.PARTICIPAÇÃO DE CADA USO PRINCIPAL/EQUIPAMENTO NO POTENCIAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, NO CENÁRIO 2 PARA O BRASIL AGREGADO, PARA O ANO DE 2030. FONTE: PESQUISA DE POSSE DE EQUIPAMENTOS E HÁBITOS DE USO, 2005. 85
FIGURA 5-22. POTENCIAL DE ECONOMIAS ACUMULADAS ATÉ 2030. FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2018. 86
FIGURA 5-23. QUANTIDADE DE AUDITORES E EDIFÍCIOS PÚBLICOS DIAGNOSTICADOS DE 2020 A 2030. FONTE: ELABORAÇÃO DO AUTOR, 2018. 89
FIGURA 5-24. QUANTIDADE DE AUDITORES E EDIFÍCIOS COMERCIAIS DIAGNOSTICADOS DE 2020 A 2030. FONTE: ELABORAÇÃO DO AUTOR, 2018. 90
FIGURA 5-25. MODELO CAUSA E EFEITO PARA ÍNDICES MÍNIMOS. FONTE: DESENVOLVIMENTO PRÓPRIO 93
FIGURA 7-1. ESQUEMA DE AQUECIMENTO SOLAR A PARTIR DE TUBOS DE PVC. (SEMPRE SUSTENTÁVEL) 118
FIGURA 7-2.FONTE UTILIZADA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA NO BANHO. (ELETROBRAS/PROCEL, 2007) 119
FIGURA 7-3. CICLO DE VIDA ENERGÉTICO E A RELAÇÃO ENTRE ENERGIA EMBUTIDA E ENERGIA OPERACIONAL. FONTE: (TAVARES 2006). 120
FIGURA 8-1. TOTAL DE ECONOMIAS DE ENERGIA ACUMULADA ATÉ 2030 122
FIGURA 8-2. INTEGRAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS, E FERRAMENTAS COMPLEMENTARES 124

LISTA DE TABELAS

Tabela 0-1. Lista de Ações propostas 8
Tabela 0-2. Recursos necessários para medidas A1 e B2 10
Tabela 2-1 - Recomendações do Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2010) 17
Tabela 2-2 - Recomendações para áreas de prospecção tecnológica em EE em edificações (ICS 2017 e CGEE 2017) 18
Tabela 3-1. Resultado de avaliação qualitativa 20
Tabela 3-2. Lista final das ações propostas para inclusão no Plano de Ação 21
Tabela 3-3. Interação das medidas 22
Tabela 3-4. Levantamento do parque de edifícios no Brasil. 23
Tabela 3-5. Resumo da quantidade de unidades consumidoras no Brasil 24
Tabela 3-6. Quantidade de edifícios em 2030 24
Tabela 3-7. Entrevistados 25
Tabela 4-1. Resumo dos principais pontos sobre Área 1: Etiquetagem 26
Tabela 4-2. Resumo dos principais pontos sobre Área 2: Índices mínimos da envoltória 30
Tabela 4-3. Resumo dos principais pontos sobre Área 3: Índices de desempenho energético em Códigos de Obras 33
Tabela 4-4. Resumo dos principais pontos sobre Área 4: Índices de desempenho energético operacional 36
Tabela 4-5. Resumo dos principais pontos sobre Área 5: Índices mínimos para equipamentos 38
Tabela 4-6. Resumo dos principais pontos sobre Área 6: Incentivos a prédios de baixo consumo 40
Tabela 5-1. Edifícios alvo à obrigatoriedade de etiquetagem 43
Tabela 5-2. Principais atores e papeis 44
Tabela 5-3. Resultados e Premissas para Ação A1 - Etiquetagem 49
Tabela 5-4. Potenciais barreiras para Ação 1A - Etiquetagem 53
Tabela 5-5. Quantidade de etiquetas emitidas 54
Tabela 5-6. Recursos técnicos para inspeção de etiquetagem 54
Tabela 5-7. Matriz SWOT da ação A1 - Etiquetagem 56
Tabela 5-8. Indicadores para MRV 56
Tabela 5-9. Indicadores adicionais para MRV de Etiquetagem 58
Tabela 5-10. Proposta para os critérios da Norma de Desempenho 60
Tabela 5-11. Premissas para Ação A2: Norma de Desempenho - Residencial 62
Tabela 5-12. Cálculo de economia por atendimento à Norma de Desempenho 62
Tabela 5-13. Premissas para Ação A2: Normas de Desempenho – Comercial e Serviços 63
Tabela 5-14. Resultados de Potencial de Economia da Ação A2 63
Tabela 5-15. Previsão da quantidade de novos edifícios a serem fiscalizados 65
Tabela 5-16. Resultados de Potencial de Economia – adoção voluntária de PBE Edifica no Código de Obras de 10 municípios 68
Tabela 5-17. Potenciais barreiras e soluções - Ação A3 69
Tabela 5-18. Matriz SWOT da Ação A3 70
Tabela 5-19. Potenciais barreiras e soluções - Ação B1: Benchmarking e DEO 74
Tabela 5-20. Matriz SWOT para Ação B1 - Benchmarking e DEO 75
Tabela 5-21. Potencial de economia com medidas de zero custo 82
Tabela 5-22. Potencial de economia com medidas de eficiência energética em edifícios comerciais. Fonte: Mitsidi Projetos, 2018. 83
Tabela 5-23. Quantidade e consumo elétrico das edificações em 2018. Fonte: elaborado pela Mitsidi, a partir de dados da EPE. 86
Tabela 5-24. Premissas e resultados da implementação das ações B1 e B2 87
Tabela 5-25. Potenciais barreiras e soluções - Ação B2: diagnósticos energéticos 88
Tabela 5-26. Matriz SWOT para Ação B2 - Diagnósticos Energéticos e Retrofits 91
Tabela 5-27.Sistemas de condicionamento de ar. Fonte: (BUENO, 2017). 96
Tabelas 5-28 e 3. Vendas no Estado de São Paulo 2018 a 2030 – Valores em TR de refrigeração. Fonte: (BUENO, 2017). . 97

TABELA 5-29.DEMANDA ELÉTRICA MÁXIMA E CONSUMO ANUAL TOTAL DE ENERGIA ELÉTRICA PARA O ESTADO DE SÃO PAULO. FONTE: (BUENO, 2017). 97
TABELA 5-30. PREMISSAS PARA OS VALORES DOS COPS ATUAIS E FUTUROS 98
TABELA 5-31. RESULTADOS DE ECONOMIA DE ENERGIA PARA EDIFICAÇÕES E INDÚSTRIA (BUENO, 2017) 98
TABELA 5-32. TABELA DE MATRIZ SWOT PARA ÍNDICES MÍNIMOS DE DESEMPENHO EM EQUIPAMENTOS DE AVAC. FONTE: DESENVOLVIMENTO PRÓPRIO. 100
TABELA 6-1. DISTRIBUIÇÃO DE CONSUMO DE GN E GLP 117
TABELA 6-2. AÇÕES PROPOSTAS NA ÁREA DE GÁS NATURAL E GLP 117
TABELA 7-1. ECONOMIAS ACUMULADAS DAS AÇÕES A1, B1 E B2, E B3 123
TABELA 7-2. RECURSOS TÉCNICOS PARA INSPEÇÃO DE ETIQUETAGEM 123
TABELA 7-3. QUANTIDADE DE AUDITORES E EDIFÍCIOS AUDITADOS ATÉ 2030 123
TABELA A1-0-1. CRITÉRIOS QUALITATIVOS DE AVALIAÇÃO E PRIORIZAÇÃO. FONTE: ELABORAÇÃO PRÓPRIA COM BASE NA METODOLOGIA ODYSSEE-MURE 134
TABELA A2-0-1. PREMISSAS DE CÁLCULO SETOR PÚBLICO 136
TABELA A2-0-2. PREMISSAS DE CÁLCULO SETOR COMERCIAL 137
TABELA A2-0-3. PREMISSAS DE CÁLCULO SETOR RESIDENCIAL 138
TABELA A3-0-1. PREMISSAS DE CÁLCULO SETOR PÚBLICO 141
TABELA A3-0-2. PREMISSAS DE CÁLCULO SETOR COMERCIAL 141
TABELA A3-0-3. PREMISSAS DE CÁLCULO SETOR RESIDENCIAL 142
TABELA A4-0-1. PREMISSAS DE CÁLCULO SETOR DE EDIFICAÇÃO E INDÚSTRIA 142

RESUMO EXECUTIVO

Este presente trabalho busca a identificação de medidas para inclusão no Plano de Ação de Eficiência Energética para o setor de Edificações. As medidas foram selecionadas pelo seu impacto na redução de consumo de energia neste setor, e pela viabilidade de implantação, assim tendo o maior potencial de contribuição para cumprir compromisso das NDC relacionadas à eficiência energética, assumido pelo Governo Brasileiro na COP 21.

As áreas identificadas para atuação e desenvolvimento de ações específicas incluem a área de etiquetagem de edifícios, índices mínimos da envoltória, índices de desempenho energético no Código de Obras, índices de desempenho energético operacional, índices mínimos para equipamentos, e incentivos a prédios de baixo consumo.

As medidas identificadas e analisadas estão descritas pela Tabela 0-1, agrupadas em ações prioritárias e ações complementares.

Tabela 0-1. Lista de Ações propostas

Ações prioritárias		
Ações prioritárias avaliadas quantitativamente		
Proposta ou Programa	**Descrição simplificada**	**Potencial de economia** (acumulada até 2030)
A1: Tornar a Etiquetagem compulsória	• Tornar obrigatória a etiquetagem pelo Programa de Etiquetagem PBE Edifica de novos edifícios e reformas de forma gradativa, até 2030. • Até 2025: Edifícios residenciais, edifícios comerciais com área superior a 2000 m², e edifícios públicos nos dez maiores municípios deverão atingir Nível C. • Até 2030: todos os edifícios públicos deverão atingir Nível A, e todos os edifícios comerciais e residenciais deverão atingir Nível B. • A partir de 2030, todos os novos edifícios e reformas deverão atingir Nível A.	137.312 GWh (3,3% de economia[1])

[1] Economia em relação ao consumo total energético dos setores Residencial, Comercial e do Poder Público em 2030 (EPE, 2018).

Proposta ou Programa	Descrição simplificada	Potencial de economia (acumulada até 2030)
A2: Estabelecimento e implantação de critérios mínimos de envoltória	• Melhoria dos critérios de desempenho térmico da NBR 15.575 para a envoltória de edifícios residenciais. • Desenvolvimento de uma norma equivalente para edifícios comerciais e públicos. • Alinhar a NBR 15575 com o Programa de Etiquetagem PBE Edifica • A partir de 2020, aplicar em todos os novos edifícios residenciais. • A partir de 2025, aplicar em todos os novos edifícios comerciais e públicos	14.523 GWh (0,4% de economia)
A3: Desenvolvimento de modelos de Códigos de Obra para adoção voluntária	• Proporcionar modelos de códigos de obras que incluam índices mínimos de desempenho energético e possam ser implementados por municípios com maior impacto, através do Programa de Etiquetagem PBE Edifica. • Cálculo realizado para adoção dos critérios do Nível C do PBE Edifica para edifícios públicos nos 10 municípios com maior população do Brasil.	2.086 GWh (0,1% de economia)
B1: Possibilitar a adoção de *benchmarking* e avaliação DEO	• Desenvolvimento de benchmarks de Desempenho Energético Operacional (DEO) para novas tipologias. • Desenvolvimento de um processo de certificação de DEO com qualificação de pessoas e processos de garantia de qualidade.	93.180 GWh (2,3% de economia)
B2: Diagnósticos Energéticos e *retrofits*	• Aumento do uso de diagnósticos energéticos e retrocomissionamento (em edifícios grandes) para avaliar desempenho e direcionar a correção da operação e implementação de melhorias. • Provisão de ferramentas de avaliação automatizada para edifícios pequenos. • Facilitação do planejamento e realização de *retrofits* eficientes.	
B3: Revisão e expansão dos programas de índices mínimos para sistemas prediais	• Melhorar os índices mínimos para sistemas de condicionamento de ar de expansão direta: Splits e janela, conforme os limites da ASHRAE Standard 90.1:2016. • Implementar índices para ar condicionado de expansão indireta: *Chillers*, centrais a água gelada (CAG) e volume de refrigerante variável (VRF)	164.200 GWh (4,0% de economia)
Ações prioritárias complementares		
Proposta ou Programa	**Descrição simplificada**	
CP1: Aumento da transparência	• Obrigar a transparência sobre o consumo operacional da edificação em edifícios públicos. • Facilitar o acesso a informações de consumo energético através de concessionárias. • Possibilitar estratégias municipais, para cruzar bases de dados das concessionárias com os cadastros das Prefeituras.	
CP2: Programas estruturados de levantamentos de dados	• Levantar e centralizar dados de consumo, quantidade, tipologia e perfil de uso das edificações no Brasil. • Desenvolvimento de indicadores e uma linha de base para o consumo de edificações.	

Proposta ou Programa	Descrição simplificada
CP3: Interação com atividades do Procel	• Integrar as atividades propostas neste trabalho com as atividades planejadas pelo Procel.
CP4: Programas estruturados de capacitação	• Fomentar e desenvolver modelos estruturados de desenvolvimento de capacidades setoriais, incluindo currículos universitários, fortalecimento de instituições técnicas e capacitação profissional.
Outras ações complementares	
Proposta ou Programa	**Descrição simplificada**
C5: Proporcionar modelos de incentivos a edificações de baixo consumo	• Criação e divulgação de possíveis programas de financiamento, e disponibilização de apoio, incentivos fiscais e exemplos para governos municipais e outros órgãos públicos.
C6: Programa específico de excelência em *datacenters*	• Desenvolver um programa de capacitação de pessoas e a divulgação de referências técnicas e ferramentas de apoio (incluindo assistência técnica) para diagnóstico, *retrofit* e projeto de *datacenters.*
C7: Satisfação de usuários e Qualidade de Ar Interno	• Desenvolver uma base de dados Brasileira com informações sobre conforto de usuários e o relacionamento com a qualidade ambiental interna nos edifícios, para possibilitar a elaboração de referências técnicas e normas de diagnóstico, *retrofit* e projeto de edificações com altos índices de satisfação e eficiência energética.
C8: Ações para Gás Natural e GLP	• Fomentar o uso de sistemas de aquecimento de água solares, e bombas de calor. • Estabelecer índices para fogões, fornos e aquecedores a gás. • Explorar o potencial de recuperação de calor no aquecimento de água.
C9: Questões relacionadas à energia embutida dos edifícios	• Desenvolver ferramentas e bancos de dados para permitir a avaliação da energia embutida em edifícios. • Incentivar a avaliação da energia embutida.

Destaca-se que a medida com o maior ganho em economia de energia é a medida de índices mínimos em equipamentos de ar condicionado. Esta medida tem economias significativas porque abrange tanto o setor de novas construções quanto o de edifícios existentes. Os edifícios existentes representam o maior mercado, especialmente quando não se limita às reformas.

Estimativas foram realizadas para os recursos humanos necessários para a implementação em escala de etiquetagem de edifícios (Ação A1) e diagnósticos energéticos (Ação B2), descritas na Tabela 0-2 abaixo.

Tabela 0-2. Recursos necessários para medidas A1 e B2

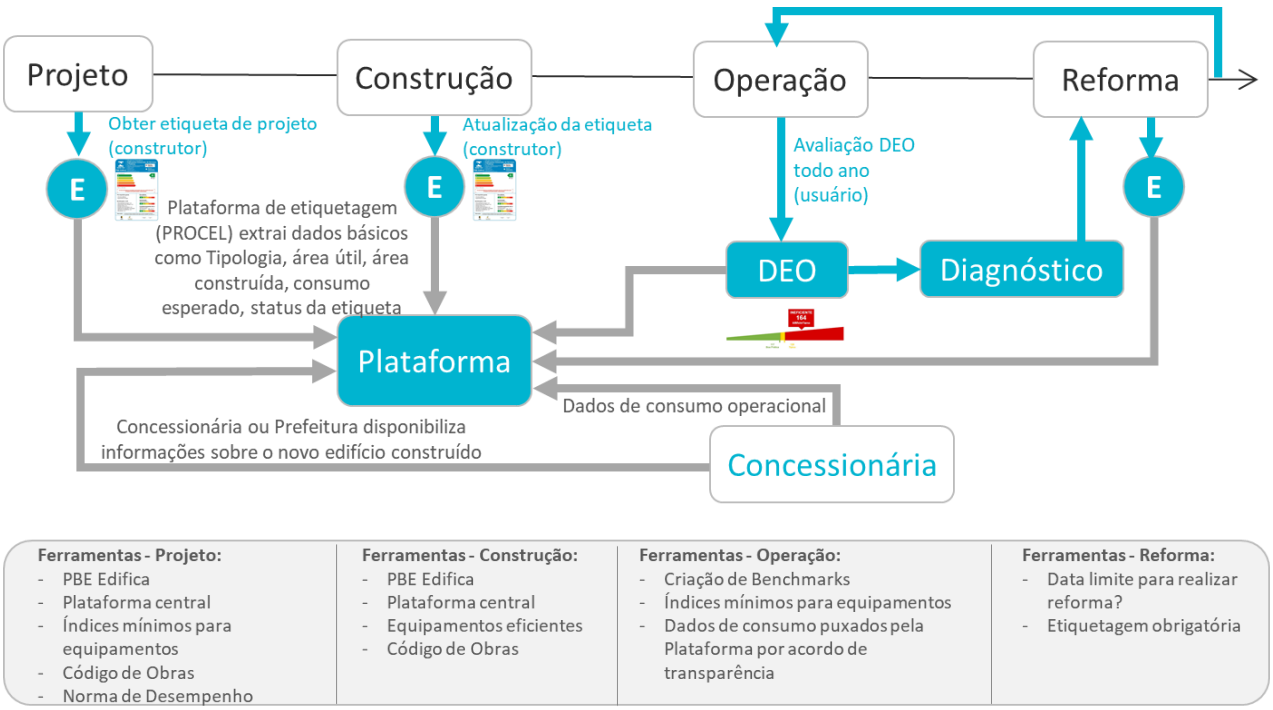
	Inspetores OIAs (A1)	Pessoas credenciadas pelo INMETRO (A1)	Auditores energéticos (B2)
Recursos necessários até 2030:	1.136	67.597	145.253

A quantidade de auditores e inspectores de etiquetagem que serão necessários é significativa, mostrando a importância da demanda por capacitação e o quanto deve ser planejada. Além disso, há grande potencial de transformar o mercado de construção e de operação de edifícios.

As economias de energia potencializadas pelas medidas descritas devem ser implementadas de forma integrada, e ativar toda cadeia do setor do mercado de edificações. Para esta integração, é essencial a comunicação efetiva dos planos gradativos, a capacitação de toda a cadeia do setor de edificações, levantamentos estruturados de dados, e o desenvolvimento de modelos de financiamento.

A Figura 0-1 descreve como as medidas podem ser integradas, bem como as ferramentas transversais e complementares necessárias.

Figura 0-1. Modelo de implementação e ferramentas



Existe uma carência significativa de dados sobre edifícios no Brasil, que impede o desenvolvimento de indicadores precisos para a criação de políticas focadas, e impede o Monitoramento, Relato e Verificação das medidas propostas a fim de quantificar o ganho efetivo das mesmas. Por isso, destaca-se a importância de um levantamento de dados estruturado sobre o parque de edifícios existentes e em construção e seu perfil de uso, e o desenvolvimento de uma Plataforma Centralizada para gerenciar e monitorar as medidas de eficiência energética e avaliação de desempenho energético operacional (DEO).

Existe um potencial significativo de transformação de mercado e economias de energia a ser atingido com baixo custo, implementando as ações simples demonstradas aqui. Uma vez que o setor tiver dados e informações completas, será possível desenhar políticas mais ambiciosas e calcular seus impactos de forma mais precisa, assim superando as metas de melhora de EE nos NDCs.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, existem diversas ações, programas e projetos voltados à eficiência energética (EE) em diferentes setores, e dirigidos por diferentes agentes no mesmo setor. Com o compromisso assumido pelo Brasil de reduções de emissões de gases a efeito estufa (GEE) perante o Acordo de Paris (BRASIL,2015), destaca-se a necessidade de atuação na área de eficiência energética de forma integrada e efetiva.

Neste contexto, a Empresa de Pesquisa Energética, apoiada pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH* (GIZ) e pelo Instituto Clima e Sociedade (iCS) está preparando insumos para o Plano de Ação de Eficiência Energética (Plano EE), a serem submetidos para o Ministério de Minas e Energia (MME). Este plano permitirá a tomada de decisão sobre a seleção e implementação de ações práticas com resultados mensuráveis, voltados à eficiência energética.

O estudo está dividido em diversos capítulos, abordando temáticas setoriais (Edificações, Indústria, Transporte e o Setor Público), e temáticas transversais (Índices Mínimos, Leilões, Financiamento e Aspectos Tributários). O documento a seguir representa o Relatório Final dos insumos para o Plano EE do setor de Edificações.

As ações propostas são selecionadas por oferecerem impactos mensuráveis sobre a eficiência energética em edificações no país, e incluem uma mistura de ações transversais (como capacitação ou financiamento), e ações focadas e aprofundadas em setores ou tecnologias estratégicas.

O Capítulo 2 apresenta uma breve revisão bibliográfica dos temas abordados. O Capítulo 3 apresenta a metodologia de pesquisa, avaliação e desenvolvimento de propostas, além de algumas recomendações e premissas gerais para o Planejamento da Eficiência Energética no Brasil. O Capítulo 4 apresenta considerações para o desenvolvimento e implementação de ações nas diferentes áreas deste estudo. O Capítulo 5 apresenta o detalhamento quantitativo das seis ações prioritárias. As ações complementares (sendo itens importantes, mas não selecionadas como prioridades para quantificação neste estudo) são apresentados no Capítulo 6.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

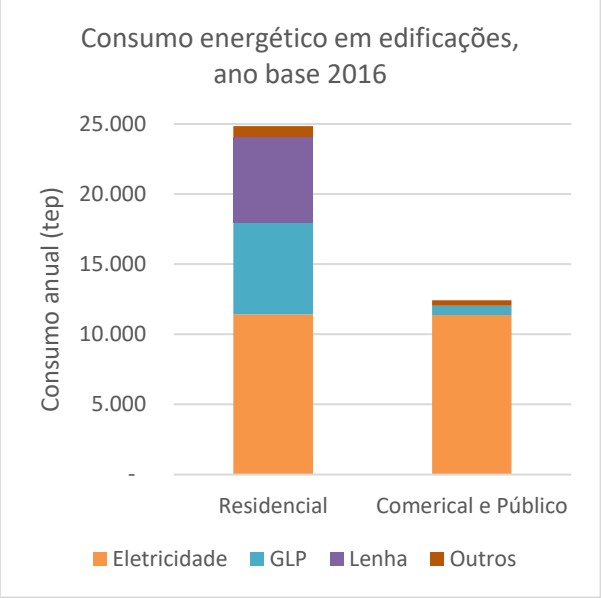
2.1. Tendências de consumo no setor

De acordo com o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2017, o setor de edificações, calculado como a soma dos setores residencial, comercial e público, foi responsável por 51% do consumo de eletricidade no país, com consumo total de 265 GWh no ano 2016. O consumo elétrico histórico do país demonstra um ritmo crescente, exceto em condições de crise. Houveram interrupções no crescimento do consumo durante a crise energética de 2001, e novamente em 2015-2016 por questões vinculadas à movimentação da economia, e sobretudo a produção industrial. Porém, é claro que o crescimento conjunto do estoque construído de edificações (m² total), da qualidade de serviços esperada dentro dos edifícios (por exemplo, m² de área condicionada) e das tecnologias consumidoras de energia embarcadas nos edifícios (kWh/m²) implicará em um retorno do crescimento do consumo deste setor nos próximos anos (INSTITUTO CLIMA E SOCIEDADE (ICS), 2017).

A Figura 2-1 demonstra que enquanto o consumo elétrico domina nos edifícios comerciais e públicos (92% do consumo), os edifícios residenciais ainda têm consumos elevados de GLP e lenha para cocção (a eletricidade

representa apenas 46% do consumo). Porém, estes valores são reportados em energia final entregue aos edifícios, em tonelada equivalente de petróleo (tep), valor que não representa a energia primária, custo da energia ou exergia. A lenha é utilizada de forma muito ineficiente, o que pode dar uma impressão exagerada da sua importância. Além disso, o uso da lenha vem em um ritmo decrescente, enquanto que a maioria do crescimento de consumo energético até 2050 é esperado nas áreas de energia elétrica e gás natural (EPE, 2014). Sendo assim, o foco deste documento é o desenvolvimento de propostas voltadas às edificações nas áreas de eletricidade, GLP e gás natural.

Figura 2-1 - Consumo energético em edificações, ano base 2016 (fonte: BEN, 2017)



2.2. Melhores práticas internacionais

Ao nível mundial, o setor de edificações é o maior consumidor final de energia. A Agência Internacional de Energia (IEA, na sigla em inglês) constata que será necessário reduzir as emissões de CO_2 provenientes do setor em 77% até o ano 2050 para evitar uma mudança climática desastrosa e evitar o aumento da temperatura terrestre acima de 2°C (IEA, 2014).

Diversas publicações do IEA apresentam as melhores práticas internacionais, e destacam a importância da eficiência energética no desenvolvimento sustentável, e na implementação de estratégias para reduzir o aumento de gases de efeito estufa. Estas publicações apresentam 25 recomendações de políticas públicas para eficiência energética (IEA, 2011), destacam os múltiplos benefícios da eficiência (IEA, 2014), e proporcionam rotas tecnológicas, recomendações de políticas públicas e planos estratégicos voltados à eficiência energética em edificações (IEA, 2010), (IEA, 2011), (IEA, 2013a), (IEA, 2013b), (IEA, 2013c). A Colaboração Internacional para Eficiência Energética (IPEEC, na sigla em inglês) tem um grupo de trabalho dedicado à área de edificações, que realiza comparações internacionais de sistemas de avaliação (IPEEC, 2014), e o *World Resources Institute* (WRI) que destaca ações para serem tomadas na área de eficiência energética em edificações (WRI, 2016). O relatório de recomendações para políticas públicas para a região da América Latina e do Caribe (IEA, 2014), também resume e prioriza as ações regionais voltadas à eficiência energética, com diversas recomendações na área de edificações. A maioria das recomendações destes

documentos foram resumidas e consideradas para a aplicação no Brasil por meio do relatório "Aspectos da Construção Sustentável e insumos para políticas públicas" (CBCS, 2014).

Além das melhores práticas e guias técnicos, existem diversos bancos de dados disponíveis que reúnem publicações, informações e detalhes de políticas públicas e outras estratégias implementadas em diferentes partes do mundo sobre eficiência energética em edificações (C2E2, 2017); (IMT, 2017); (WRI, 2017), e incluem ferramentas de avaliação de programas e políticas (GBPN, 2017); (WBCSD, 2017). O C2E2 - The Copenhagen Centre on Energy Efficiency (C2E2, 2017) é uma parceria global de múltiplas partes interessadas entre governos, setor privado e sociedade com o objetivo de dobrar a taxa de melhoria de eficiência energética até 2030. Este sistema engloba as partes interessadas em iniciativas de eficiência energética por meio do compartilhamento de conhecimento e divulgação. Já o BuildingRating.org (IMT, 2017) é uma ferramenta online para a construção de benchmarking de energia e água que consiste em recursos como a busca de documentos e artigos por localização e tópicos; a busca de cidade, município, estado ou país que possua um programa de benchmarking predial; e a comparação entre diferentes políticas. The Energy Efficiency Toolkit for Buildings (WBCSD, 2017) é uma ferramenta que descreve um processo simples de cinco estágios para implementar um programa de eficiência energética organizacional. Esta ferramenta fornece orientação de alto nível sobre as diferentes etapas e opções de ferramentas e recursos mais detalhados. Uma seleção de estudos de caso também é fornecida, fornecendo exemplos reais de como as organizações superaram barreiras ou realizaram oportunidades de negócios para alcançar melhorias significativas na eficiência energética.

A maior carência de informações publicadas está na avaliação mensurada de efetividade destas políticas (por exemplo, (WEC, 2013)). Os planos nacionais de eficiência energética atualmente em implementação nos países membros da União Europeia proporcionam diversos exemplos, relatórios e guias metodológicos (EC, 2017), que são importantes referências apesar das diferenças entre o setor de edificações no Brasil e na União Europeia.

2.3. Políticas públicas e ações estruturantes

As ações estruturantes do setor de eficiência energética em edificações são coordenadas pelo programa Procel (PROCEL, 2017). Em paralelo com a atuação do Procel, existem diversos programas e normas importantes para a consideração do setor, tais como:

- **NDC**, a pretendida contribuição nacionalmente determinada que foi submetida em 2015 (BRASIL, 2015), e com a ratificação do acordo de Paris pelo país e entrada em vigor do acordo no dia 4 de novembro de 2016, deixou de ser pretendida e virou a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, na sigla em inglês). Entre outras contribuições, o NDC do Brasil estipula 10% de ganhos de eficiência energética no setor elétrico até 2030.
- **Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)**, que gerencia indicadores de eficiência energética para equipamentos e edifícios, através da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), no programa PBE Edifica (INMETRO, 2017).
- **RN687/2015**, que regula a microgeração e minigeração distribuídas, e a injeção na rede elétrica por um sistema de compensação (ANEEL, 2015)
- **NBR 15220**, que define características de edificações Brasileiras com relação ao desempenho térmico e zona bioclimática (ABNT, 2005)
- **NBR 15.575,** que define os requerimentos mandatórios de desempenho em edificações residenciais Brasileiras (ABNT, 2013).

- **IN02/2014**, a Instrução Normativa que torna a etiquetagem de eficiência energética (nível A) obrigatório para edifícios públicos federais novos e reformados (MPOG, 2014)

Também existem diversos programas e ações à escala municipal que tratam de melhorar o desempenho em edificações, com diferentes níveis de sucesso e implementação (IBAM, 2012) (PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR, 2017); (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2017); (PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO, 2017). Outras políticas e programas setoriais são apresentados em publicações recentes (CBCS, 2014), (INSTITUTO CLIMA E SOCIEDADE (ICS), 2017).

2.4. Ações voluntárias e desenvolvimento do mercado

O setor da construção civil no Brasil tem tido uma forte influência na implementação de eficiência energética através de programas voluntários de certificação sustentável em edificações. Programas como LEED (LEED, 2018), AQUA (HQE, 2018), Referencial Casa (GBC BRASIL, 2018) e EDGE (EDGE, 2018) têm visto implementação sobretudo em setores de alto padrão da construção, enquanto o Selo Casa Azul foi desenvolvido especificamente para habitação social recentes (CBCS, 2014), (INSTITUTO CLIMA E SOCIEDADE (ICS), 2017). O GBC Brasil está atualmente em fase de consulta pública sobre o detalhamento de um processo de certificação para edifícios *net-zero*, para reconhecer os edifícios capazes de gerar toda ou a maioria do seu consumo energético ao longo do ano.

O setor financeiro Brasileiro também está buscando formas de melhor financiar e reconhecer os benefícios da eficiência energética em edificações, através de títulos verdes (CEBDS, 2016) e outros mecanismos (FGV, 2017).

2.5. Mapeamento de ações e necessidades

O Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2010) identifica as principais necessidades e áreas de atuação com relação à eficiência energética no Brasil. Com relação às edificações, as recomendações estão divididas em áreas relacionadas à: Capacitação; Tecnologia; Disseminação e Divulgação; Regulamentação; e Habitação. As principais recomendações estão resumidas na Tabela 2-1.

A publicação pelo Conselho Brasileiro da Construção Sustentável do documento “Aspectos da Construção Sustentável: Insumos para políticas públicas” (CBCS, 2014) abordou em geral os mesmos tópicos, mas de forma mais específica e atualizado para contemplar os avanços realizados no tempo entre as duas publicações. Um total de 27 ações específicas foram identificadas e classificadas por prioridade.

Em 2017, o Instituto Clima e Sociedade publicou um relatório intitulado “Edifícios de baixo carbono no Brasil: aspectos e subsídios para programas nacionais”. Este relatório atualizou o mapeamento do setor, e complementou as ações de políticas públicas (recomendadas pelos documentos anteriores) com outros tipos de ações, considerando as interações entre geração de conhecimento, políticas públicas, tecnologias e programas pilotos. O relatório também formou o embasamento para o desenvolvimento do programa de certificação net-zero no país, mencionado anteriormente. A Figura 2-2 mostra a maneira como regulamentos de desempenho mínimo devem complementar sistemas de certificação voluntária, atuando em diferentes

áreas do mercado, e com o uso da etiquetagem para identificar de forma padronizada os níveis de desempenho. A Tabela 2-2 descreve as áreas indicadas para desenvolvimento tecnológico no setor de eficiência energética em edificações.

Figura 2-2 - Complementariedade de sistemas voluntários e mandatórios para EE em edificações

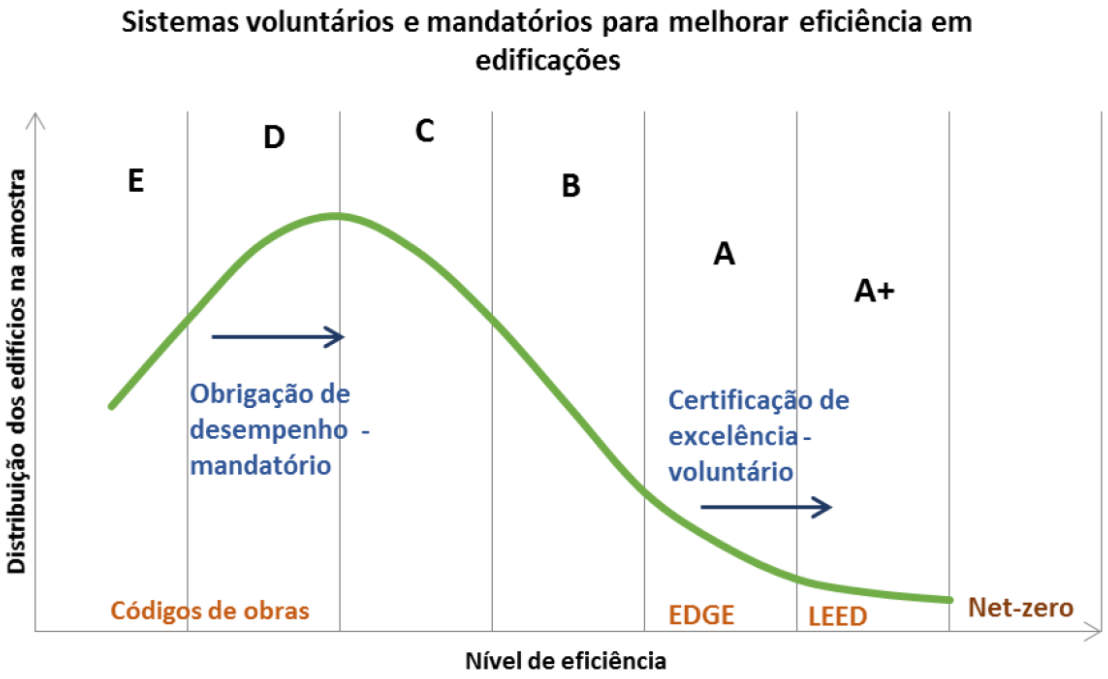


Tabela 2-1 - Recomendações do Plano Nacional de Eficiência Energética (MME, 2010)

Recomendações do Plano Nacional de Eficiência Energética	
Capacitação	• Programa de formação de especialistas em isolamento térmico. • Inserir disciplinas relacionadas à eficiência energética em cursos de engenharia, arquitetura e áreas associadas. • Incentivar as empresas a realizarem cursos de curta duração para questões específicas da EE. • Implementar cursos de extensão para disseminação dos processos de etiquetagem de edificações. • Implementar cursos de capacitação em sistemas de aquecimento solar (SAS).
Tecnologia	• Normalizar processos de avaliação de eficiência de produtos, instalações de climatização e sistemas construtivos. • Aprimorar níveis de EE de equipamentos estratégicos. • Estabelecer metodologias de medição, verificação e análise (M&V) da EE em edificações. • Desenvolver programas de simulação termoenergética amigáveis ao usuário. • Estabelecer critérios para avaliação periódica de EE em sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC). • Estudar bombas de calor como possível tecnologia para aquecimento de água.
Disseminação e divulgação	• Atuar com parceiros estratégicos para disseminar a etiquetagem e princípios de EE. • Desenvolver campanhas de sensibilização e um plano de comunicação. • Incentivar a participação de profissionais no Prêmio Procel. • Desenvolver um programa de EE em edifícios existentes. • Apoiar a implementação de *retrofitting* energético em larga escala.
Regulamentação	• Implementar a Rede de EE em Edificações. • Fomentar a inclusão de EE em códigos de obras de municípios. • Regulamentar os níveis de eficiência de equipamentos estratégicos. • Regulamentar o uso de materiais de isolamento térmico de maior eficiência. • Tornar obrigatória a etiquetagem em edifícios públicos, comerciais e residenciais.
Habitação	• Estimular a implementação de eficiência energética em habitação de interesse social (HIS). • Promover interação e sinergia entre a política habitacional e a política energética para edificações. • Estimular instalação de SAS em HIS.
Prédios públicos	• Implementar o Programa de Eficiência e Sustentabilidade na Esplanada dos Ministérios. • Estimular a inserção de EE em prédios públicos. • Estabelecer, progressivamente, mecanismos para restringir projetos de edifícios novos que descumprem requisitos mínimos de EE definidos pelo INMETRO. • Estabelecer estímulos ao funcionamento das comissões internas de conservação de energia (CICEs) e incentivar o Cadastro dos Administradores de Prédios Públicos. • Obrigar uso da etiquetagem em projetos de reforma. • Estabelecer metas de consumo e um centro de monitoramento de consumo para edifícios públicos.

Tabela 2-2 - Recomendações para áreas de prospecção tecnológica em EE em edificações (iCS 2017 e CGEE 2017)

Área tecnológica	Áreas de desenvolvimento
Projeto Eficiente Integrado	• Metodologias de projeto integrado, incluindo modo misto e iluminação natural • Simulação, BIM e ferramentas computacionais de projeto • Edifícios Zero Energia (*ZEB*s) • Indicadores de consumo e demanda
Integração do usuário	• Qualidade ambiental, conforto térmico e conforto visual • Monitoramento, controles e automação inteligentes • Operação, manutenção e retro comissionamento • Comportamento
Gestão da demanda e redes inteligentes	• Integração de recursos distribuídos • Eletrodomésticos conectados e dispositivos "*internet of things*" • Modelagem e previsão de demanda em microescala • Gestão de dados de consumo
Resfriamento e aquecimento eficientes	• Bombas de calor (para aquecimento de água, e aquecimento e resfriamento de ambientes) • Resfriamento evaporativo • Estocagem térmica em estruturas • Resfriamento por absorção, incluindo sistemas solares • Dispositivos de resfriamento e aquecimento pessoal • Integração de sistemas (como rodas entálpicas, *free cooling*, *Dedicated Outdoor Air System* (DOAS – sistema dedicado de ar externo), etc.)
Materiais avançados	• Superfícies frias • Fachadas ativas e sombreamento • Vidros dinâmicos de alto desempenho • Materiais com propriedades variáveis e *Phase Change Materials* (PCM – Materiais de mudança de fase)
Ambiente urbano	• Microclimas, ilhas de calor e mudanças climáticas • Impactos de edifícios na vizinhança e da vizinhança no edifício • *District Heating and Cooling*

Durante os últimos anos, destaca-se a busca por incentivos de políticas energéticas e a elaboração de regulamentos e normas visando uma maior eficiência energética em edificações (ASHRAE, 2016; CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, 2016; RSECE, 2006; INMETRO, 2009; INMETRO, 2010). Estes regulamentos e normas tem como objetivo promover a construção sustentável, adotando requisitos de desempenho mínimo de energia, com a utilização de materiais e sistemas mais eficientes energeticamente.

Atualmente, a preocupação com o uso racional de energia está cada vez mais em evidência também em razão dos custos operacionais para as edificações condicionadas. Nota-se o crescente investimento em pesquisas e uso de tecnologias para medidas de conservação de energia e melhoria da eficiência energética de edificações. O risco pela falta de recursos naturais vem enfatizando o surgimento de iniciativas governamentais para reduzir o consumo de energia de edificações. Conjunto de mecanismos e programas vem sendo desenvolvidos para incentivar o uso de tecnologias mais eficientes, e o desenvolvimento de regulamentações visando à avaliação e classificação de edificações com base no seu desempenho térmico.

A crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável, juntamente com a modelagem de edifícios de energia zero, vem influenciando o planejamento e a construção de edificações para alcançar novos padrões de edificações, impulsionando a busca por soluções sustentáveis tanto para o armazenamento de energia

renovável e energia zero. A questão energética é de fundamental importância para a economia e a população de um país, visando a busca por um futuro energeticamente sustentável (MOE, 2010).

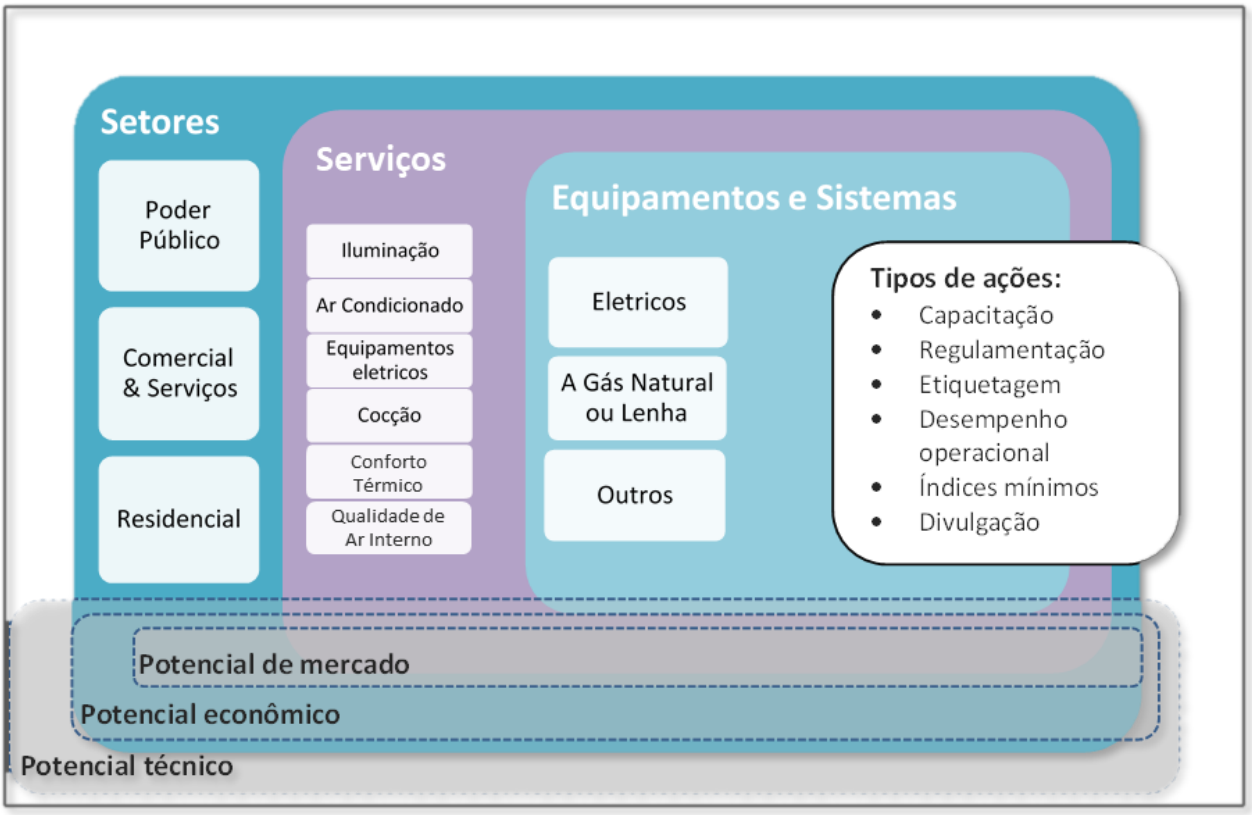
Destaca-se que um dos grandes impactos considerados no uso de energia em edificações são as emissões de gases de efeito estufa. O Brasil tem grande potencial para as reduções imediatas no consumo energético, mas depende de ações políticas para superar as barreiras e implementar programas que considerem a melhora contínua dos serviços e do conforto de pessoas no ambiente construído.

3. METODOLOGIA DO ESTUDO

3.1. Questões transversais e setoriais

A demanda de energia no setor de edificações segue uma hierarquia descrita na Figura 3-1. Esta introdução pretende ilustrar que cada uma destas camadas apresenta potenciais, abordagens e atores diferentes, porém os tipos de ações propostas podem ser aplicados a todas as camadas.

Figura 3-1. Esquema de questões transversais e setoriais, no contexto do país. Fonte: elaboração própria



O presente trabalho pretende identificar o potencial técnico das ações avaliadas, destacando os pontos relevantes ao potencial econômico e de mercado, sendo que estes precisarão de estudos aprofundados para quantificar detalhadamente.

A fim de abordar o setor em todos seus níveis, destacam-se temas transversais a serem considerados:

- Planejar a transição na substituição de combustíveis, com uma abordagem unificada para eletricidade e combustíveis fósseis;
- Abordar os segmentos do mercado de forma apropriada, levando-se em conta a alta taxa de informalidade no mercado de construção;
- Atuação tanto em edifícios novos quanto em edifícios existentes;
- Consideração da energia embutida nos edifícios;
- Abordar a questão de ausência de dados ;
- Avaliar a qualidade de ar interno (QAI) e avaliar junto com consumo energético, valorizando a produtividade dos usuários. Metodologia de seleção e avaliação de ações

3.2. Critérios qualitativos e explicação de critérios quantitativos

O Plano EE para Edificações foi dividido em um total de seis áreas principais, para direcionar a implementação deste trabalho. A partir destas áreas, foi desenvolvida uma lista com 19 ações, incluindo duas ações categorizadas como “outras” por não se encaixarem nas seis áreas principais.

Os critérios qualitativos para a avaliação e a priorização seguem a lógica da metodologia de análise crítica do Projeto ODYSSEE-MURE sendo atribuídos pesos porcentuais para dois grupos: critérios de alta e baixa prioridade (ODYSSEE-MURE, 2018). Cada critério foi avaliado com um valor entre 1 e 5, apresentando sempre 5 a maior nota, 1 a menor nota, e sendo ponderado pelo peso atribuído.

Cada ação foi avaliada em relação a 12 critérios, cada critério tendo um peso que foi definido pelos próprios autores. A definição dos critérios e pesos de cada um se encontra na Tabela A1-0-1 do Anexo 1. Conforme essa pontuação, cada ação obteve uma nota, conforme a qual elas foram priorizadas em ordem de maior pontuação para menor. Os resultados para cada ação se encontram na Tabela A1-2 do Anexo 1.

Conforme as notas da avaliação de cada medida, foram consideradas prioritárias as de maior impacto (mais altas). Destas, a maioria foram detalhadas quantitativamente. Algumas medidas não foram calculadas, por falta de dados.

As medidas identificadas como prioritárias para o Plano são ordenadas por nota da avaliação na Tabela 3-1:

Tabela 3-1. Resultado de avaliação qualitativa

Ação	Nota
4.2 Facilitar diagnósticos energéticos e *retrofits*	**4,1**
4.1 Possibilitar a adoção de benchmarking e avaliação de desempenho energético operacional (DEO)	**4,0**
5.1 Melhorar índices para ar condicionado de expansão direta: Splits, VRF e Janela	**3,9**
1.1 Tornar a etiquetagem compulsória	**3,8**
5.5 Outros índices mínimos de desempenho	**3,8**
2.1 Estabelecer índices mínimos de envoltória	**3,7**

Ação	Nota
5.2 Implementar índices para ar condicionado de expansão indireta: Chillers e centrais a água gelada (CAG)	**3,6**
7.1 Programa de capacitação	**3,4**
6.1 Desenvolver modelos para subsídio e incentivo	**2,8**
6.3 Combinar a geração distribuída (GD) com EE	**2,8**
3.1 Desenvolver modelos de códigos de obras para adoção voluntária	**2,7**
4.4 Capacitar profissionais para EE em *datacenters*	**2,5**
4.3 Aumentar transparência e acesso a informações de consumo	**2,5**
5.4 Implementar índices de desempenho para Elevadores	**2,5**
5.3 Implementar índices de desempenho para *no-breaks*	**2,4**
4.5 Promover satisfação de usuários e qualidade ambiental interno	**2,3**
6.2 Promover projetos pilotos	**2,1**
7.2 Avaliação de energia embutida	**1,9**

No decorrer deste trabalho, cada ação será submetida a uma análise detalhada. Para cada área, será desenvolvida uma justificativa narrativa, e para cada ação prioritária o detalhamento será de acordo com os "Requisitos mínimos para entregas" deste Projeto, enviados no dia 6 de dezembro de 2017.

A lista final das ações propostas está apresentada na Tabela 3-2.

Tabela 3-2. Lista final das ações propostas para inclusão no Plano de Ação

Ações Prioritárias:
A1: Tornar a etiquetagem compulsória
A2: Estabelecer índices mínimos de envoltória
A3: Desenvolver modelos de Códigos de Obras para adoção voluntária
B1: Possibilitar a adoção de benchmarking e avaliação de desempenho energético operacional (DEO)
B2: Facilitar diagnósticos energéticos e *retrofits*
B3: Implementar e melhorar índices mínimos para sistemas prediais
Ações Complementares e Transversais - Prioritárias
CP1: Aumentar transparência e acesso as informações de consumo
CP2: Programas estruturados de levantamento de dados e desenvolvimento de uma linha de base
CP3: Interação com as atividades do PROCEL
CP4: Programas estruturados de capacitação
Ações Complementares e Transversais – Outras
C5: Proporcionar incentivo a prédios de baixo consumo
C6: Capacitar profissionais para EE em *datacenters*

C7: Promover satisfação de usuários e qualidade ambiental interna
C8: Ações para Gás Natural e GLP
C9: Avaliação da energia embutida

3.3. Interação entre as medidas e economias

De forma geral, as economias calculadas não são cumulativas. As medidas de etiquetagem, índices mínimos na envoltória, e de equipamentos estão altamente relacionados.

Cada uma das medidas propostas tem um papel específico no funcionamento geral das ações propostas, e contribuem para que cada medida possa funcionar de forma otimizada.

A medida de etiquetagem, por exemplo, leva em consideração os resultados das economias de melhorias no desempenho da envoltória, melhorias na eficiência dos equipamentos instalados (tanto lâmpadas quanto equipamentos de ar condicionado e outros equipamentos), e melhorias na eficiência do sistema de aquecimento de água (no caso residencial).

A Tabela 3-5 descreve os sistemas incluídos no escopo de cada medida, a fim de demonstrar quais medidas estão interligadas. As economias de todas as medidas não estão cumulativas, ou seja, algumas ações são repetidas em diferentes medidas (por exemplo, como a medida de estabelecer índices mínimos da envoltória envolve seguir a metodologia do PBE Edifica, as economias geradas já estão contadas na economia da medida de tornar a etiquetagem compulsória).

Tabela 3-3. Interação das medidas

Medida	Sistemas afetados	Medida relacionada
A1: Tornar a etiquetagem compulsória	Envoltória Ar condicionado Equipamentos elétricos Lâmpadas Sistema de aquecimento de água	A2 A3 B3
A2: Estabelecer índices mínimos de envoltória	Envoltória Ar condicionado (indiretamente)	Economia já contada na economia da ação A1.
A3: Desenvolver modelos de códigos de obras para adoção voluntária	Envoltória Ar Condicionado	Economia já contada na economia da ação A1 e A2.
B1: Possibilitar a adoção de benchmarking e avaliação de desempenho energético operacional (DEO)	-	Economia contada para B1 e B2 juntos.
B2: Facilitar diagnósticos energéticos e *retrofits*	Benchmarking	
B3: Implementar e melhorar os índices mínimos para sistemas prediais	Ar condicionado Equipamentos elétricos * Lâmpadas * Sistema de aquecimento de água *	Economia parcialmente contada na economia da ação A1.

OBS: Os itens identificados com * são abordados no Relatório do Estudo 7: Índices Mínimos.

3.4. Considerações sobre dados, metodologias de cálculo e suposições necessárias

No caso ideal, a avaliação dos impactos quantitativos das ações seria realizada por meio de uma modelagem complexa, considerando desempenho atual setorial, com base em dados de mercado, e previsões futuras de aumento de participação de sistemas de ar condicionado no mercado, além de suposições sobre comportamento futuro.

Com base na experiência dos autores deste trabalho, pesquisas setoriais e conversas com a EPE, não existe um banco de dados setorizado disponível atualmente. Portanto, a metodologia adotada para construir o parque de edifícios à qual está proposto aplicar a maioria das ações propostas conta com uma mistura de metodologias de "*top-down*", a partir das projeções setoriais do PNE 2050 (EPE, 2016), e de "*bottom-up",* através dos dados disponíveis[2].

Criação do parque de edifícios

As diferentes categorias de edifícios e as fontes para levantamento da quantidade de edificações são mencionados Tabela 3-6. Os dados adotados e os cálculos são descritos no Anexo 2.

Tabela 3-4. Levantamento do parque de edifícios no Brasil.

Setor	Fontes de levantamento da quantidade atual de edifícios ou unidades consumidoras
Edifícios Federais	• Patrimônio da União, Ministério de Planejamento SPU – Dados Abertos: "Imóveis da União" • Quantidade de Unidades Consumidores (EPE, 2016) • **Valor usado: 5.503 (em 2015)** (GOMES, 2017)
Edifícios Públicos[3] nos 10 maiores municípios*	• Quantidade de Unidades Consumidores (EPE, 2016). • Dados de população por município (IBGE, 2017). • **Valor adotado: 24.960 (em 2016)**
Todos edifícios comerciais e de serviços > 2000m²	• Caracterização do uso de energia no setor de serviços, (EPE/FOCO, 2015) • RAIS 2013 • **Valor adotado: 33.070[4] (em 2015)**
Todos domicílios	• PNAD Síntese 2015 (IBGE, 2015) • Quantidade de Unidades Consumidores (EPE, 2016) • **Valor adotado: 69.277.000 domicílios (em 2016)**
Todos edifícios públicos	• Quantidade de Unidades Consumidores (EPE, 2016) • **Valor adotado: 196.094 (em 2016)**

[2] Metodologia adotada conforme discussões realizadas com a EPE em reunião na data de 24/01/2018.
[3] Edifícios municipais, estaduais e federais
[4] Valor obtido dos resultados da Pesquisa (EPE/FOCO, 2015), a partir da média ponderada da proporção dos edifícios com área maior de 2000 m².

Setor	Fontes de levantamento da quantidade atual de edifícios ou unidades consumidoras
Todos edifícios comerciais	• Caracterização do uso de energia no setor de serviços (EPE/FOCO, 2015) • RAIS 2013 • Quantidade de Unidades Consumidores (EPE, 2016) • **Valor adotado: 5.687.569 (em 2015)**

A Tabela 3.7 apresenta um resumo da quantidade de unidades consumidoras no Brasil.

Tabela 3-5. Resumo da quantidade de unidades consumidoras no Brasil

Setor	Quantidade em 2016
Comerciais <2000m²	5.786.602*
Comerciais >2000m²	34.888*
Edifícios Públicos[5]	196.094
Domicílios	69.277.000

* Valores ajustados para 2016 a partir do valor de 2015, conforme as taxas de crescimento dos setores descritos na Tabela 3-6.

Estimando crescimento até 2030

Para estimar o parque de edifícios até 2030, foram adotadas as projeções da EPE para o Plano Nacional de Energia 2050 do consumo energético por setor (EPE, 2016).

Um ponto muito importante a destacar é que a taxa de crescimento no consumo de energia daquele setor foi usada como taxa de crescimento na quantidade de edificações, a fim de estimar o consumo do parque futuro de edifícios. Porém, aprecia-se que uma contribuição ao aumento de consumo de energia do setor também está relacionada ao aumento de consumo por unidade, devido ao aumento de posse de equipamentos e a potência de cada equipamento (EPE, 2016).

Se tivessem previsões de construção de edifícios, setorizados, seria possível estimar com mais precisão a quantidade de edifícios que obteriam uma redução de consumo energético após a implementação da obrigatoriedade da etiquetagem (por exemplo).

Tabela 3-6. Quantidade de edifícios em 2030

Setor	Taxa de crescimento do setor (média a.a. 2020-2030)	Novos edifícios em 2030	Por ano (média 2020-2030)	Fonte
Comerciais <2000m²	5,5%	5.516.600	456.090	(EPE, 2018)
Comerciais >2000m²	5,5%	33.260	2.750	(EPE, 2018)
Edifícios Federais	1,64%	1.236	101	(EPE, 2018)
Edifícios Públicos	1,64%	41.691	3.401	(EPE, 2018)
Domicílios	1,66%	15.310.165	1.267.347	(EPE, 2007)

[5] Edifícios públicos incluam edifícios municipais, estaduais e federais.

A fim de conseguir calcular resultados mais precisos, é essencial a determinação de um banco de dados. Esta ação está descrita no Item 6.2 – Programas estruturados de levantamento s de dados e desenvolvimento de uma linha de base. A presença de um banco de dados integrado facilitaria o MRV de todas as ações descritas, sendo a única forma de poder estimar o quanto de energia foi de fato economizado através de ações de eficiência energética, avaliando o consumo por unidade ou por uso final.

Entrevistas com representantes do mercado de edificações

Para validar e desenvolver as ações propostas, representantes do mercado da construção civil e edificações foram consultados por meio de entrevistas presenciais, ou telefonemas. O objetivo destas entrevistas era de obter um *feedback* do mercado sobre as propostas previamente estabelecidas, e obter informações valiosas, as quais foram citadas neste presente trabalho. As entrevistas realizadas estão descritas na Tabela 3-7.

Tabela 3-7. Entrevistados

#	Entrevistado	Entidade representada	Data
1.	**Francisco Vasconcellos** (Vice-Presidente na área do meio ambiente) e **Lilian Sarrouf** (Coordenadora Técnica do COMASP)	**SindusCon-SP** (Sindicato da Construção Civil)	06/02/2018
2.	**Mauricio Bernardes** (Gerente de desenvolvimento técnico, qualidade e assistência técnica)	**Tecnisa** (construtora)	31/01/2018
3.	**Leonilton Carlos Tomaz Cleto** (Vice-Presidente de Eficiência Energética, ABRAVA)	**ABRAVA** (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento)	08/02/2018
4.	**Carlos Borges** (CEO)	**Tarjab** (construtora)	19/02/2018
5.	**Oswaldo de Siqueira Bueno** (Consultor técnico da ABRAVA)	**ABRAVA** (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento)	21/02/2018

4. ÁREAS DE ATUAÇÃO PARA PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

4.1. Área 1: Etiquetagem

4.1.1. Resumo

Tabela 4-1. Resumo dos principais pontos sobre Área 1: Etiquetagem

Resumo do conceito:	A etiquetagem do nível de desempenho energético pelo Programa PBE Edifica deveria se tornar gradativamente obrigatória para todos os novos edifícios e em edifícios passando por reforma (*retrofit*).
Estágio atual:	• Desde 2014, somente as edificações públicas federais, considerando edifícios novos e *retrofits* são obrigados a obter a etiqueta de Nível A de Eficiência Energética do Programa PBE Edifica, e são obrigados a fazer a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos com Nível A do Programa PBE (Instrução Normativa nº 02). • A Instrução Normativa nº 02 não vem sendo atendida em razão da sua falta de punição.
Adaptações mínimas:	• Fiscalização com maior rigor e punição da Instrução Normativa nº 02. • Aumento gradativo do escopo da Instrução Normativa nº 02 para abranger edificações municipais e estaduais e todas as futuras edificações para uma possível transformação do mercado e a otimização do uso de energia pela sociedade.
Melhorias adicionais e valor agregado:	• Divulgar os benefícios frente ao uso da eficiência energética em edificações, a relação custo-benefício do investimento inicial, e a possibilidade da melhor escolha pelo consumidor. Edificações eficientes serão valorizadas. • Padronização do mercado de edifícios eficientes para integração com outros setores (financiamento, net zero, DEO) • A obrigatoriedade impulsiona o desenvolvimento de estruturas e infraestrutura de implementação da etiquetagem em escala.
Dicas para integração em um Plano de Ação:	• Garantir uma demanda mínima para reduzir os custos para os Organismos de Inspeção Acreditados, através da obrigatoriedade. • Credenciar pessoas através do Inmetro para etiquetagem de pequenos edifícios, e desenvolver métodos de checklist para facilitar a inspeção de pequenos edifícios. • Campanha de divulgação e capacitação adequada, ressaltando o foco desta etiquetagem em Eficiência Energética.

4.1.2. Justificativa

A etiquetagem dos níveis de desempenho energético em edificações proporciona informações relevantes aos consumidores no momento de comprar ou alugar um edifício, tais como sobre custo operacional e conforto térmico. O objetivo é que a avaliação dos níveis de eficiência energética venha a fazer parte da tomada de decisão do consumidor, impulsionando o mercado a criar maior oferta de edifícios de alta qualidade, assim proporcionando custo-benefício perceptível para o consumidor. Incorporadoras e construtoras buscam oferecer produtos melhores ao mercado. As organizações públicas e empresas podem exigir níveis mínimos de desempenho para os edifícios que pretendem ocupar, e os edifícios melhores são reconhecidos e se valorizam.

4.1.3. Considerações

Registro de informações através de um banco de dados integrado

A disponibilidade de um adequado sistema de informações e a implementação de ações continuadas e sistematizadas de difusão de conhecimento podem proporcionar o engajamento de todas as partes interessadas e, o que é mais importante, com conhecimento dos projetos avaliados.

É importante considerar a automatização do processo de etiquetagem, inicialmente disponibilizando informações sobre os possíveis consultores e Organismos de Inspeção Acreditados (OIAs) que possam ajudar no processo de avaliação e na certificação do empreendimento. Consequentemente, destaca-se a padronização de tabelas para o preenchimento dos dados de entrada das características da edificação avaliada para centralizar dados importantes do empreendimento e permitir observar as informações sobre o mercado.

Um sistema robusto e digitalizado de etiquetagem deve ser concebido com diferentes interfaces para o consumidor, para o produtor (construtora, incorporadora ou consultoria de certificação) e para o governo.

Este banco de dados deveria ser hospedado em uma plataforma *on-line*, dentro do Procel. Poderia ter integração com a plataforma DEO para registrar consumo operacional. Assim como uma integração das concessionárias de energia, para registrar a construção de cada novo edifício, e possibilitar a fiscalização da adesão ao programa PBE Edifica.

Estas ações de transferência proporcionariam uma melhora no fluxo de trabalho das auditorias realizadas pelo INMETRO, reduzindo as burocracias de buscar informações espalhadas em vários pontos distintos do processo de certificação, melhorando o acompanhamento de desempenho da edificação, e proporcionando *feedback* para permitir a melhora contínua da etiquetagem.

Aumento da visibilidade da etiquetagem

A certificação de edificações traz benefícios em muitas áreas, adotando soluções sustentáveis para as construções. Porém, o setor da construção é fragmentado, com o envolvimento de diferentes áreas no processo. O programa de certificação de edificações PBE Edifica é pouco utilizado no mercado.

Para impactar no aumento da sua visibilidade, deve-se divulgar os seus benefícios frente ao uso da eficiência energética em edificações, a relação custo-benefício do investimento inicial, e a possibilidade da melhor escolha pelo consumidor. Deve ser desenvolvido um plano de marketing da etiquetagem visando a sua eventual obrigatoriedade.

A liderança do setor da construção civil, através da implementação voluntária, alianças implementadas por organizações como os SindusCon, e assinaturas de acordos de boas intenções, sãos fatores essências para o crescimento da adoção da etiquetagem. O SindusCon-SP apoia o programa de Etiquetagem e à sua eventual obrigatoriedade, e destaca-se que é a ação que tem o maior poder de transformação do mercado, e que deveria ser a ação prioritária (ENTREVISTA SINDUSCON-SP, 2018).

Uma diferenciação deve ser realizada entre o programa de etiquetagem, que avalia especificamente eficiência energética no contexto brasileiro, e os outros programas de certificação voluntários, que por sua vez, avaliam sustentabilidade como um todo. A atual tendência da adoção de critérios de equivalência entre os créditos de

energia para certificações energéticas voluntárias no mercado, e a etiquetagem PBE Edifica, deve ser apoiada e expandida, de forma que a etiquetagem se torne a metodologia padrão para avaliação de desempenho energético em edifícios.

No estudo realizado por Melo et al (2014) foi possível observar a comparação entre o desempenho energético de edificações de acordo com a aplicação da Etiquetagem Brasileira e da ASHRAE Standard 90.1. Foram analisadas edificações residências e comercias em diferentes cidades brasileiras. Com base nos resultados, pode-se observar que o modelo de referência proposta pela ASHRAE Standard 90.1, com a redução de 10% para a certificação LEED) é equivalente ao modelo de referência nível A do Regulamento Brasileiro.

Uso mandatório da etiquetagem em determinados casos

O Programa PBE Edifica - Programa Brasileiro de Etiquetagem é de caráter informativo, de adesão voluntária no Brasil, desde o seu lançamento em 2009 (INMETRO, 2009). Entretanto, desde o ano de 2014, a Instrução Normativa nº 02 (MPOG/SLTI, 2014) exige a etiquetagem energética e o atendimento aos critérios do PBE Edifica nível A em edificações públicas federais, considerando edifícios novos e *retrofits*. Estas medidas obrigatórias no setor público têm potencial para realizar uma significativa redução no consumo de energia do setor, demonstrando e incentivando o setor privado a realizar investimentos em eficiência energética.

Entretanto, a Instrução Normativa nº 02 não vem sendo atendida nas construções e *retrofits* de prédios públicos federais. Este fator está intimamente associado à sua falta de punição. O controle e a fiscalização, assim como a revisão da Instrução Normativa nº 02 prevendo a punição, deve ser realizado pelo Tribunal de Contas da União.

Além do setor público, a expectativa é que o programa de etiquetagem se torne obrigatório gradativamente em edificações municipais e estaduais, edificações idealizadas com ajuda de programas de investimento, e por fim em todas as futuras edificações para uma possível transformação do mercado e a otimização do uso de energia pela sociedade.

Para implementação destes tipos de contratos, deveriam ser realizadas capacitações dentro dos órgãos públicos, assim como sobre o Programa de Eficiência Energética (PEE) da ANEEL.

A obrigatoriedade do programa de certificação de edificações PBE Edifica deve ser realizada gradualmente, aplicando incialmente em edificações comerciais de grande porte, e posteriormente em residências e edificações de pequeno porte. O governo precisa negociar a obrigatoriedade com o setor da construção civil e aumentar a abrangência da cobrança em conjunto com o aumento da adoção voluntária e a interação com o setor da construção civil.

Calibração da etiquetagem com dados medidos (operacionais)

Em 2013, o projeto DEO – Desempenho Energético Operacional em Edificações do CBCS começou a aprimorar o conhecimento entre os indicadores e as técnicas para a avaliação e melhoria de desempenho energético de edificações na fase de uso, destacando a diferença entre as projeções de consumo de energia nas edificações durante a fase de projeto e a medição na operação. A definição de benchmarks brasileiros, irá proporcionar a implantação de avaliações e o estabelecimento de metas de desempenho energético (BORGSTEIN e

LAMBERTS, 2014). O desempenho energético operacional das tipologias analisadas pelo programa de certificação de edificações PBE Edifica deve ser calibrado com o desempenho energético operacional típico das tipologias demonstrado por benchmarks permitindo que os benefícios da etiquetagem sejam comunicados através de estimativas coerentes de economias de custo operacional para os usuários das edificações.

Liderança institucional e o papel do Governo

O Governo tem um papel importante para dar o exemplo através da adesão dos seus edifícios, da disseminação de conhecimento e da divulgação do programa, estabelecendo demanda e aceitabilidade.

Para possibilitar a realização de *retrofits* em prédios públicos, apesar das dificuldades de financiamento, está previsto que Contratos de Desempenho sejam a ferramenta mais poderosa (MMA, 2017), por meio de ESCOs (Empresa de Serviços de Conservação de Energia), ou uma empresa de engenharia remunerada mediante as economias de energia por parte do consumidor. Foram disseminados nos últimos anos modelos de contratação pública baseados neste conceito, tais como Parcerias Público Privadas (PPP) pela Lei nº11.079/2004, e Regime Diferenciado de Contratação (RDC) pela Lei nº12.462/2011 (MMA, 2017). Recomenda-se o estabelecimento de estímulos ao funcionamento das Comissões Internas de Conservação de Energia (CICEs) e as Comissões Internas de Racionalização do Uso de Energia (CIRE), criadas pelos Decretos de Lei Federal nº 99.656 de outubro 1990 e de Lei Estadual nº45.765, de abril 2001, respetivamente. A Lei Federal nº 99.656 impõe que deve ser elaborada uma Comissão Interna de Conservação de Energia em cada estabelecimento pertencente a um órgão ou entidade da administração federal, que deve implementar um Programa de Gestão Energética (PRESIDÊNCIA DA REPUBLICA, 1990).

A Lei Estadual nº45.765, por sua vez, impõe a criação de uma Comissão Interna de Racionalização do Uso de Energia, que deve implementar o Programa Estadual de Redução e Racionalização do Uso do Energia, com a meta de reduzir em 20% o consumo de energia elétrica em relação ao consumo médio do ano 2000. Esta lei abrange todos órgãos da administração pública direta, das autarquias, das fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público e das empresas em cujo capital o Estado tenha participação majoritária, bem como das demais entidades por ele (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2001).

Estes programas devem ser retomados e incentivados.

4.2. Área 2: Índices mínimos na envoltória

4.2.1. Resumo

Tabela 4-2. Resumo dos principais pontos sobre Área 2: Índices mínimos da envoltória

Resumo do conceito:	Obrigar a obtenção de níveis mínimos de eficiência da envoltória de novas edificações, de acordo com o Programa PBE Edifica.
Estágio atual:	• Os índices mínimos da envoltória de edificações residenciais são estabelecidos por meio da aplicação da NBR 15.575. Atualmente, não existe uma norma que define critérios mínimos para desempenho térmico em edificações não residenciais. • Os métodos presentes na NBR 15.575 apresentam limitações. • A fiscalização de atendimento à NBR 15.575 é realizada através do Código de Defesa ao Consumidor.
Adaptações mínimas:	• Os limites da NBR 15.575 deveriam estar acoplados aos limites do programa de etiquetagem de edificações PBE Edifica, garantindo o potencial de realizar grandes ações nos valores de índice mínimo do mercado. • Elaborar e definir critérios mínimos para a avaliação do desempenho térmico em edificações não residenciais. • A simplificação da fiscalização por parte do consumidor por meio de etiquetagem demonstra claramente os requisitos e a conformidade com a norma.
Melhorias adicionais e valor agregado:	• Os benefícios de embasar os índices mínimos de envoltória em vigor pela NBR 15.575 nos critérios do PBE Edifica são a padronização do mercado, a unificação da mensagem ao mercado, e a otimização do uso dos recursos de inspeção, capacitação e implementação. • Reduz o consumo de energia em ar condicionado e iluminação, e aumenta as horas de conforto térmico nos edifícios sem ar condicionado.
Dicas para integração em um Plano de Ação:	• Alinhar os critérios mínimos da Norma de Desempenho 15.575 com os critérios do Nível C do PBE Edifica. • Possibilitar comprovação de atendimento à Norma 15.575 através da obtenção da etiquetagem. • Campanhas de capacitação e divulgação nas prefeituras, construtoras, incorporadoras. • Medição, relato e verificação dos resultados, com acompanhamento de resultados e ação sobre os casos de não-conformidade. • Atualização periódica dos índices, a fim de refletir progressos tecnológicos e de mercado.

4.2.2. Justificativa

A implementação de índices mínimos de desempenho térmico em edificações foca nos aspectos da envoltória, que em muitos casos têm vida útil muito maior que os sistemas prediais e consumidores de energia, e também são mais difíceis de alterar ou melhorar durante a operação do edifício, sem a realização de *retrofit* profunda. Dado estes fatores, e as características do setor de construção no Brasil, que em muitos casos entrega edifícios sem a instalação de equipamentos e sistemas, a definição de índices mínimos para o desempenho térmico de edifícios pode ser uma ferramenta muito efetiva para garantir níveis mínimos de desempenho nas edificações.

4.2.3. Considerações

Índices mínimos existentes

No Brasil, a preocupação com o desempenho mínimo das edificações residenciais ganhou espaço em anos recentes e foi expressa de forma documental na publicação da norma NBR 15.575 (ABNT, 2013). Esta norma estabelece requisitos mínimos de desempenho, vida útil e de garantia para os principais sistemas que compõem as edificações. A fiscalização de atendimento à NBR 15.575 é realizada através do Código de Defesa ao Consumidor.

A avaliação do desempenho térmico das edificações por meio da NBR 15.575 pode ser realizada pelo procedimento simplificado ou por simulação. No procedimento simplificado, verifica-se o atendimento aos requisitos e critérios para fachadas e coberturas. Apesar de ser uma ferramenta de aplicação rápida, pode apresentar incertezas consideráveis em seus resultados (SORGATO, MELO, *et al.*, 2014). O procedimento simplificado detém-se apenas em paredes e coberturas, e não na edificação como um todo. Não obriga o uso de venezianas nos ambientes de permanência prolongada, não menciona o uso de isolantes para climas frios, e não especifica uma área máxima de janela. Sendo assim, essa análise isolada pode não expressar o comportamento térmico real de edificação. O método de simulação estabelece que o desempenho térmico da edificação deve ser avaliado para duas condições: desempenho no verão e desempenho no inverno. O critério da análise é baseado em valores máximos e mínimos de temperatura dos ambientes de permanência prolongada. Porém, observou-se que o método de simulação proposto pela NBR 15.575-1 não permite uma adequada análise anual do desempenho térmico das edificações residenciais brasileiras. O método de simulação não avalia a condição de uso real da edificação em análise, e não avalia a influência da variação anual da temperatura no desempenho térmico da edificação. Este e outros fatores levaram à realização de uma análise comparativa entre os resultados de desempenho térmico da envoltória de um edifício residencial por meio do método simplificado e de simulação. Os resultados apontaram incoerências entre os dois métodos, pois as edificações que apresentaram desempenho satisfatório, segundo o método simplificado, não atenderam aos níveis mínimos de desempenho no método de simulação.

A NBR 15.575 é um avanço para o setor, porém o índice mínimo estabelecido deveria ser melhor nivelado. Os limites desta norma deveriam estar acoplados aos limites do programa de etiquetagem de edificações PBE Edifica, garantindo o potencial de realizar grandes ações nos valores de índice mínimo do mercado. Em 2018 a NBR 15.575 entra e consulta pública, podendo ser uma grande oportunidade para a busca da sintonia dos limites entre a norma e o programa de etiquetagem.

Atualmente, não existe uma norma que define critérios mínimos para desempenho térmico em edificações não residenciais; está proposto desenvolver e aprovar uma norma deste tipo para possibilitar a implementação de índices mínimos em edificações comerciais e públicos. Esta iniciativa está liderada pelo Comité Brasileiro da Construção Civil e o SindusCon-SP, e previsto para o ano de 2019.

Modelos simplificados e checklists

O método simplificado presente na norma NBR 15.575 (ABNT, 2013) deve apresentar critérios mais rigorosos. Destaca-se a necessidade em detalhar critérios para os climas quentes e frios, levando em consideração a nova proposta de zoneamento bioclimático adotados para a atualização do programa de etiquetagem de

edificações PBE Edifica. A divisão do território nacional em oito zonas bioclimáticas (ABNT, 2005) é questionada, pois existem cidades com características climáticas significativamente distintas classificadas na mesma zona bioclimática. Essa classificação pode resultar em recomendações inadequadas de princípios bioclimáticos para os municípios. A nova proposta divide o território brasileiro em 24 Grupos Climáticos, com base no estudo realizado por Roriz (RORIZ, 2012) (RORIZ, 2014).

O método simplificado apresenta parâmetros gerais para uma verificação expedida por meio das propriedades térmicas e físicas dos componentes da edificação, ao contrário do método de simulação, que demanda grande quantidade de dados e é mais dispendioso. O método simplificado impõe limites para as propriedades térmicas do envelope, mas não considera o equilíbrio entre diferentes necessidades para verão e inverno.

Faltam informações para as especificações de sistemas, elementos e componentes. Nota-se a exigência de maior conhecimento e fornecimento de informações mais detalhadas acerca do desempenho dos materiais nas diversas condições de uso. A utilização de um *checklist,* que comtemple os itens mínimos necessários para a avaliação dos sistemas e materiais construtivos da edificação simplificaria o método de análise e auxiliaria no direcionamento referente ao desempenho térmico da edificação. A obrigação de uma inspeção predial para a verificação dos requisitos estabelecidos em normas destaca-se como um instrumento essencial para a detecção, monitoramento e correção das divergências observadas.

É importante que os níveis mínimos de desempenho considerados estejam alinhados com os requerimentos mínimos de eficiência em envoltórias requeridas como desempenho mínimo pela etiquetagem descrita encima; isso facilita processos de demonstração de conformidade e avaliação. Para aproveitar da estrutura e metodologia do programa de etiquetagem, está sugerido que a Norma de Desempenho cite diretamente o Programa PBE, de forma que atendimento ao nível mínimo da norma seja equivalente ao Nível C do Programa.

Maior consideração de superfícies frias, esquadrias e janelas

A norma de desempenho NBR 15.575 (ABNT, 2013) estabelece requisitos mínimos de desempenho, vida útil e de garantia para os sistemas que compõem as edificações. Porém, estudos apontam (SILVA et al, 2014; SORGATO et al, 2014) que a norma deve considerar itens não mencionados e o uso de critérios mais rigorosos. Dentre os quais destacam-se: aberturas para ventilação; uso da ventilação cruzada, sombreamento nas janelas dos ambientes de permanência prolongada, aprimoramento do método de simulação, uso de isolantes nos elementos construtivos para os climas frios, uso de superfícies frias em climas quentes, e o uso de operação mista (sistema de condicionamento de ar e ventilação natural).

A área de abertura para ventilação possui influência significativa no desempenho térmico de edificações residenciais. Com base em estudos, pode-se afirmar que os melhores desempenhos estão entre 8% a 15% de percentual de área de ventilação em relação à área útil do ambiente. A área de abertura para ventilação deve ser determinada de acordo com a legislação municipal de cada região. No entanto, a NBR 15.575 estabelece uma área de ventilação mínima para cada zona. Caso os valores de área de ventilação exigido nos códigos municipais sejam superiores ao mínimo, estes devem ser atendidos prioritariamente, caso contrário prevalece os valores estabelecidos pela NBR 15.575 (SORGATO et al, 2012).

Com relação ao sombreamento nas janelas, estudos demonstram a necessidade da sua utilização nas janelas dos dormitórios, para qualquer região climática, de forma a permitir o controle do sombreamento e

escurecimento, a critério do usuário. Além disso, o uso de sombreamento das aberturas gera grandes contribuições ao conforto térmico dos usuários. Dentre os resultados encontrados pode-se concluir que: o uso do dispositivo de sombreamento das aberturas reduz significativamente o número de graus resfriamento dos dormitórios analisados, para todas as orientações; o dispositivo de sombreamento possui grande influência na temperatura operativa do ambiente; o uso dos dispositivos externos reduz os ganhos solares, bloqueando a radiação solar; além do uso de dispositivo proporcionar maior conforto ao usuário, estes também redução do consumo de energia da edificação quando esta for condicionada.

A Norma Esquadrias para Edificações (ABNT, 2017), que foi revisada em fevereiro de 2017, agora conta com uma ferramenta de avaliação de desempenho térmico de esquadrias, sendo ela uma etiqueta que mostra ao consumidor o nível de desempenho em uma escala de A (nível máximo) a E (nível mínimo) para uma determinação de 3 zonas bioclimáticas. A etiqueta é elaborada por meio de ensaio em laboratório e a adoção dela é voluntária. Essa iniciativa permite que construtoras possam escolher produtos de melhor qualidade para os seus empreendimentos. O Grupo de Trabalho em Esquadrias Eficientes está trabalhando em fomentar o mercado de esquadrias com melhor desempenho, desenvolvendo alguns produtos padronizados. As barreiras mencionadas pelos integrantes do grupo, que representam toda cadeia de fornecimento de esquadrias, são sobre a informalidade da montagem de uma esquadria, porque não há uma entidade responsabilidade por ela, limitando a possibilidade de controle de qualidade, a falta de padronização das dimensões do vão, resultando em custos elevados.

Conclui-se que as variáveis mencionadas exercem considerável influência nos resultados dos níveis de classificação do desempenho térmico das esquadrias, o que causa a falta de precisão do resultado final.

4.3. Área 3: Índices de desempenho energético em Códigos de Obras

4.3.1. Resumo

Tabela 4-3. Resumo dos principais pontos sobre Área 3: Índices de desempenho energético em Códigos de Obras

Resumo do conceito:	Proporcionar modelos de códigos de obras que incluam índices mínimos de desempenho energético e possam ser implementados por municípios com maior impacto, através do Programa de Etiquetagem PBE Edifica.
Estágio atual:	• Atualmente, somente 3.671 (do total de 5.571) municípios brasileiros possuem Códigos de Obras em sua legislação. • O cumprimento do Código de Obras é realizado em âmbito municipal pelas próprias Prefeituras.
Adaptações mínimas:	• Unificar o Código de Obras e outros mecanismos regulatórios, com os critérios de eficiência energética já existentes, como as normas técnicas, NBRs, Normas de Desempenho 15.575, ISO 50.001 e a etiquetagem do PBE Edifica. • Credenciar outros profissionais para que avaliem os projetos e as construções através de aspectos qualitativos e quantitativos de desempenho energético, como por exemplo, através da comprovação de etiquetagem da edificação pelo programa PBE Edifica. • Atribuir multas e penalidades para construções que não cumprirem as normas ou não realizarem a etiquetagem, a fim de tornar a ferramenta mais efetiva.
Melhorias adicionais e valor agregado:	• O Código de Obras poderá ser uma das principais ferramentas públicas para difusão e adoção de boas práticas de eficiência energética nos municípios. • Consolidar a metodologia e o conhecimento do PBE Edifica em toda a cadeia da construção de novos edifícios.

Dicas para integração em um Plano de Ação:	• Entender os motivos da não adoção dessas premissas nessas cidades e propor meios de difundi-las nos municípios. • Aplicação de bonificações para construções eficientes que tenham atingido índices de desempenho mais elevados - IPTU verde. • Inserir a etiquetagem do programa PBE Edifica nos Códigos de Obra. • Começar a implantação da medida em cidades com maior potencial, como os 10 maiores municípios do Brasil. • Fazer a implementação gradativa para edifícios Federais, edifícios públicos, edifícios comerciais acima de 2000m², e residências. • Aumentar o número de profissionais e mecanismos acreditados (OIA). • Inserir as normas técnicas no Código do Consumidor. • Estabelecer um prazo máximo de 2 anos para adequação do mercado (até 2020). • Fazer a verificação do atendimento em 3 estágios da edificação: fase de projeto, construção, e após a ocupação da edificação (*benchmarking*).

4.3.2. Justificativa

O Código de Obras em edificações é um mecanismo regulatório municipal que exerce o controle sobre as edificações e o seu entorno. Segundo a Lei nº 11.228 de 1992, ele *"dispõe sobre as regras gerais e específicas a serem obedecidas no projeto, licenciamento, execução, manutenção e utilização de obras e edificações, dentro do limite dos imóveis".* O objetivo ao inserir índices mínimos de desempenho energético nos códigos de obras é garantir que novas construções e reformas adotem premissas sustentáveis que otimizem o consumo energético a médio e longo prazo, reduzindo a Intensidade de Uso Energético (EUI) das edificações até 2030.

4.3.3. Considerações

Abrangência e difusão nos municípios

Atualmente, o Brasil possui 5.571 municípios, sendo que apenas 3.671 possuem códigos de obras (66%) em sua legislação (IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015). Para garantir a abrangência e os resultados, é fundamental que esse instrumento regulatório seja aplicado em todos os municípios. Cabe então entender os motivos da não adoção dessas premissas nessas cidades e propor meios de difundi-las nos municípios.

Integração e unificação com outros mecanismos regulatórios como o Plano Diretor e as NBRs, Norma de Desempenho e Etiquetagem

A fim de otimizar os processos e garantir uma diretriz padronizada nas construções, é necessário que o Código de Obras e outros mecanismos regulatórios, como o Plano Diretor e o Código de Edificações, estejam unificados com os critérios de eficiência energética já existentes, como as normas técnicas, NBRs, a Norma de Desempenho 15.575 para edifícios residenciais, ISO 50.001 e a etiquetagem do PBE Edifica.

Segundo o Sindicato da Indústria da Construção do Estado de São Paulo, para efetividade e unificação dos requisitos de eficiência energética, recomenda-se que o programa PBE Edifica seja aderido ao Código de Obras de cada município, sendo importante que as normas técnicas também constem no Código do Consumidor, dessa forma, o proprietário poderá exigir seus direitos (ENTREVISTA SINDUSCON-SP, 2018).

Em uma visão geral, a medida também está relacionada com a inclusão de índices mínimos de desempenho em equipamentos e a inserção de índices mínimos na envoltória (atualmente feita pela Norma de Desempenho), sendo estes obrigatórios. O Código de Obras, contudo, pode ser flexível de acordo com o município, adotando níveis de desempenho energético mais rigorosos do que as normas existentes, ou inserindo critérios adicionais de avaliação. O município deveria ter a autoridade de penalizar os edifícios que não atendam ao nível mínimo estabelecido. Com a não aceitação do produto, haverá uma desvalorização adequada do mesmo.

Portanto, um edifício que recebe a etiquetagem poderá demonstrar automaticamente que atende aos índices mínimos das normas de desempenho. Uma etiquetagem nível C sempre deve ser adequado para comprovar atendimento aos critérios energéticos do Código de Obras. Dependendo do município, pode-se adotar um nível mais elevado de etiquetagem (nível A ou B) para atendimento aos critérios térmicos do Código de Obras.

Em uma escala de desempenho, teríamos em um primeiro nível os índices mínimos de equipamentos, em segundo nível o código municipal, e em terceiro nível a etiquetagem das edificações, sendo que todos os níveis estejam sujeitos a melhora contínua, visando ao cenário futuro de Edifícios Net Zero.

Garantir a execução através da fiscalização pelas Prefeituras e órgãos acreditados

Atualmente, o cumprimento do Código de Obras é realizado em âmbito municipal pelas próprias Prefeituras, verificando se a construção está regularizada de acordo com o especificado no projeto, emitindo a aprovação com os Alvarás de Aprovação, Execução e Certificados de Conclusão. Porém não cabe as Prefeituras entrar em aspectos qualitativos de projetos e construtivos de desempenho, atribuindo essa função aos profissionais do setor de engenharia e arquitetura através do Responsável Técnico (RT) de execução da obra.

Apesar da existência de funcionários da prefeitura para fiscalização e verificação de irregularidades nas obras, é necessário que existam também outros profissionais acreditados que avaliem os projetos e as construções através de aspectos qualitativos e quantitativos de desempenho energético, como por exemplo, através da comprovação de etiquetagem da edificação pelo programa PBE Edifica.

Cabe, também, atribuir multas e penalidades para construções que não cumprirem as normas ou não realizarem a etiquetagem, a fim de tornar a ferramenta mais efetiva. A aplicação de bonificações para construções eficientes que tenham atingido índices de desempenho mais elevados, como nível A, também seria uma estratégia interessante para impulsionar o mercado da construção atual, como o instrumento de IPTU verde.

Estudos de casos internacionais

Segundo dados do Departamento de Energia dos Estados Unidos (US DEPARTMENT OF ENERGY, 2016), o Código de Obras aliado ao *Portfólio Manager* já economizou 32% em edifícios residenciais, e 29% em edifícios comerciais. Outro caso de sucesso no setor residencial, pode ser visto na Dinamarca (IEA, 2013) onde critérios

de eficiência energética têm sido inseridos nos códigos de obras desde 1961, e após vários aumentos no nível de eficiência energética, conseguiram passar de 350 kWh/m²/ano para menos de 50 kWh/m²/ano em 2015, prevendo edificações próximas ao *net-zero* em 2020.

4.4. Área 4: Índices de desempenho energético operacional

4.4.1. Resumo

Tabela 4-4. Resumo dos principais pontos sobre Área 4: Índices de desempenho energético operacional

Resumo do conceito:	Tornar mensurável o desempenho energético em edifícios existentes, comparando seu consumo em *Energy Use Intensity* (EUI), medido em kWh/m²/ano, com outros edifícios semelhantes no mercado.
Estágio atual:	• Existem algumas plataformas nacionais disponíveis e calibradas, mas existe o desconhecimento sobre a existência e o uso da ferramenta. • Permite identificar o nível de eficiência dos edifícios, mas precisa ser utilizada corretamente para não gerar resultados enganosos. • Ferramenta desenvolvida para avaliar edifícios comerciais administrativos, edifícios públicos administrativos e agências bancárias. • Baixa qualidade de dados fornecidos, baixo conhecimento no mercado.
Adaptações mínimas:	• Desenvolver benchmarks para outras tipologias de edificações. • Incorporar os benchmarks e criar uma ferramenta unificada e robusta. • Desenvolver um processo de certificação de desempenho energético operacional, com qualificação de pessoas e processos de garantia de qualidade.
Melhorias adicionais e valor agregado:	• Estabelecer metas de consumo anual e realizar o monitoramento do uso de energia elétrica em edificações ao longo do tempo. • Possibilita identificar edifícios com alto consumo energético dentro do universo de edificações e direcioná-los para análises mais aprofundadas de diagnósticos energéticos, orientando futuros investimentos no setor. • Estabelecer políticas e metas de desempenho.
Dicas para integração em um Plano de Ação:	• Treinamentos e capacitações abertos ao público, produzir materiais de suporte, divulgação e promover capacitações explicando os usos da ferramenta • Tornar a certificação obrigatória gradativamente em algumas áreas. • Inserir procedimentos de garantia de qualidade para o processo de certificação. • Promover reconhecimento dos benefícios da gestão energética e oferecer capacitação profissional para gestores de *facilities*. Priorizar aplicação em edifícios ou portfólios grandes que contam com equipes dedicadas de gestão. • Promoção de diagnósticos energéticos voluntários. • Estudar a possibilidade de criar uma equipe interna do governo para realizar os diagnósticos energéticos em edifícios públicos. • Definir escopo e metodologia das auditorias. • Fazer o monitoramento da implementação e resultados através da plataforma de benchmarking anualmente.

4.4.2. Justificativa

Edifícios existentes consomem 265.412 GWh de energia elétrica ao ano no país (BEN,2017). Isso significa um custo de mais de 110 bilhões de reais em edifícios comerciais, residenciais e públicos, considerando uma tarifa média de 0,42 R$/kWh (ANEEL, 2017). Destaca-se a necessidade de gerenciamento e uso eficiente desta

energia no país, o que torna necessário para atingir as metas de redução de CO2, previstas pelo acordo de Paris.

Através da ferramenta de *benchmarking*, é possível tornar mensurável o desempenho energético em edifícios existentes, comparando seu consumo em *Energy Use Intensity* (EUI), medido em kWh/m²/ano, com outros edifícios semelhantes no mercado. Essa ferramenta também pode ser adotada para estabelecer metas de consumo anual e realizar o monitoramento do uso de energia elétrica em edificações ao longo do tempo.

Mais do que isso, é uma ferramenta estratégica imprescindível para a gestão de energia elétrica do país, possibilitando identificar edifícios com alto consumo energético dentro do universo de edificações e direcioná-los para análises mais aprofundadas de diagnósticos energéticos, orientando futuros investimentos no setor.

4.4.3. Considerações

Nos EUA, Canadá, Europa, China, Austrália, Cingapura, já existem políticas baseadas em desempenho energético operacional, implementadas em nível municipal, estadual ou nacional. Políticas locais dependem destas ferramentas, indicadores e capacidade técnica desenvolvidos em escala nacional (CBCS, 2017).

É fundamental associar o Benchmark com Políticas de Transparência (*disclosure*) setoriais, para estabelecer a obrigatoriedade de uso e transparência de dados de consumo, nas quais os usuários informam, a cada ano, o nível de desempenho da sua edificação publicamente. A cidade de Nova Iorque, por exemplo, obteve uma redução de 6% de consumo de energia em 3 anos (2010 a 2013), apenas com a obrigatoriedade de uso da ferramenta associado à Lei de Transparência.

Atualmente, já existem ferramentas nacionais, desenvolvidas pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) em parceria com a Embaixada Britânica, Procel, Eletrobrás, MMA e PNUD, dentro do projeto DEO (Desempenho Energético Operacional) e Projeto 3E, para avaliar as edificações das seguintes tipologias: edifícios comerciais administrativos, edifícios públicos administrativos e agências bancárias. Estas informações podem ser acessadas na plataforma de Benchmarking (CBCS, 2017).

4.5. Área 5: Índices mínimos para equipamentos

4.5.1. Resumo

Tabela 4-5. Resumo dos principais pontos sobre Área 5: Índices mínimos para equipamentos

Resumo do conceito:	Aumentar a eficiência mínima dos sistemas de condicionamento de ar sendo oferecidos ao mercado, alinhando a metodologia de medição com normas internacionais.
Estágio atual:	• Baixa eficiência em todos os tipos de sistema de condicionamento de ar, principalmente no sistema split. • Sistemas de condicionamento de ar do tipo self, *chillers* e VRF (*Variable refrigerant flow*), não possuem índice de indicadores mínimos.
Adaptações mínimas:	• Melhorar os índices mínimos para sistemas de condicionamento de ar de expansão direta: Splits e janela, conforme os níveis da ASHRAE 90.1:2016. • Recomenda-se a normatização das unidades de medida e dos procedimentos de medição em nível global, adotando testes de normas internacionais, como ISO e certificados pelo AHRI - *Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute*. • Implementar índices para ar condicionado a expansão indireta: Chillers, centrais a água gelada (CAG) e volume de refrigerante variável (VRF).
Melhorias adicionais e valor agregado:	• Essencial para melhorar o desempenho ao longo prazo, e pode ser alinhado com diversos tipos de fiscalização. • Ampliação de estrutura existente que permita intensificar ganhos em eficiência. • Implantação do conceito de eficiência a outras conversões de energia, exemplo: potência de eixo em movimentação de fluidos. • Modernização do parque de equipamentos industriais.
Dicas para integração em um Plano de Ação:	• Permitir uma evolução gradativa dos índices mínimos, com base em estudo de nível de desempenho. • Processo de etiquetagem e definição de índices mínimos implementados de forma gradativa, iniciando com as maiores máquinas (fabricação internacional), e em seguida passando para equipamentos menores (fabricação nacional). • Utilizar certificação ARI, em conformidade com melhores práticas internacionais. • Estudar a necessidade de estabelecer um laboratório nacional, ou o potencial para desenvolvimento de laboratórios privados para realizar as medições e testes necessários.

4.5.2. Justificativa e Considerações

Revisão de índices mínimos atuais

O crescente destaque do sistema de condicionamento de ar como item de grande consumo de eletricidade em edificações tem-se evidenciado nos últimos anos. Além disso, com a ascensão da classe média, o uso do ar condicionado se popularizou a ponto de deslocar o pico de consumo. Estudos da ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento apontam que o sistema de condicionamento do tipo *split* e janela representam 80% de participação no mercado.

Antes a demanda máxima de energia acontecia no final da tarde com o acionamento do chuveiro elétrico. Hoje, a demanda máxima é observada no meio da tarde em consequência do acionamento dos sistemas de condicionamento de ar.

O estoque de condicionadores de ar tem crescido rapidamente em todo o mundo, especialmente nas economias emergentes, mas também em países desenvolvidos. A elevação do desempenho dos

equipamentos é uma necessidade evidente, tendo em vista o atual panorama energético nacional (MELO e JANNUZZI, 2010) (JANNUZZI ET AL, 2012). Segundo dados do *Lawrence Berkeley National Laboratory* (SHAH ET AL., 2017), para métodos semelhantes ao do Brasil, os níveis mínimos adotados para os equipamentos do tipo Split na China e no Paquistão são de 3,2, e, na Arábia Saudita, são de 3,37. No mercado brasileiro, destaca-se a baixa eficiência em todos os tipos de sistema de condicionamento de ar, principalmente no sistema split, com um nível mínimo aceitável de 2,39 W/W (CBCS, 2014). Os níveis mínimos brasileiros nesta área precisam ser revisados e atualizados de acordo com os níveis internacionais.

O CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética propõe como novos níveis mínimos, tanto para os equipamentos do tipo janela, quanto para a categoria Split, a adoção dos coeficientes de eficiência da classe C, e depois de um tempo a adoção dos coeficientes da classe B. O que não se pode é manter o índice atual, nitidamente aquém do que se vem praticando no mundo.

Por fim, recomenda-se a normatização das unidades de medida e dos procedimentos de medição em nível global, adotando testes de normas internacionais, como ISO e certificados pelo AHRI - *Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute*.

Inclusão de equipamentos adicionais

Os sistemas de condicionamento de ar representam um consumo energético significativo nas edificações. De acordo com o levantamento realizado pela Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), realizado por Oswaldo Bueno para o Programa Paulista de Energia do período de 2020 a 2030, com base nos dados de cerca de 420 empresas associadas, a aquisição de sistemas de condicionamento de ar está em crescimento nos últimos anos, influenciando no aumento do consumo de energia. Segundo um estudo realizado pela EPE (2016) – Demanda de energia 2050, destaca que em torno de 60% das residências brasileiras vão ter sistema de condicionamento de ar instalados até o ano de 2050.

Conforme mencionado anteriormente, a grande parcela das edificações brasileiras adota o uso do sistema de condicionamento de ar do tipo split e janela. A outra parcela são representados por self, *chillers* e VRF (*Variable refrigerant flow*), não possuem índice de indicadores mínimos. Os estudos abordados indicam que o estabelecimento de índices mínimos de eficiência energética é o mecanismo de controle mais eficaz da eficiência energética de sistemas de condicionamento de ar. A indústria de ar condicionado tem um alto grau de consolidação e padronização internacional, sendo que não devem existir dificuldades técnicas em atingir os níveis mínimos de desempenho estipulados nos EUA. Na ausência de estudos detalhados sobre otimização sócio-econômica de níveis de eficiência para sistemas de ar condicionado produzidos no Brasil, recomenda-se o uso dos limites mínimos da ASHRAE Standard 90.1 (2016) para estes tipos de sistema de condicionamento de ar, medidos e certificados com base em procedimentos de teste definidos pelo AHRI - *Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institut*.

O potencial de economia de energia proveniente de medidas de eficiência energética no setor de ar condicionado é um exemplo de como esse tipo de ação pode e deve ser considerada no planejamento de curto e de longo prazo do sistema elétrico.

4.6. Área 6: Incentivos a prédios de baixo consumo

4.6.1. Resumo

Tabela 4-6. Resumo dos principais pontos sobre Área 6: Incentivos a prédios de baixo consumo

Resumo do conceito:	Divulgar possíveis programas e disponibilização de apoio, infraestrutura e exemplos para governos municipais e outros órgãos públicos que poderiam implementar programas locais de subsídio. Programas de etiquetagem, índices mínimos e desempenho obrigatório complementam programas de reconhecimento de desempenho acima do normal.
Estágio atual:	Algumas iniciativas e programas existentes, dentre os quais destacam-se o financiamento para a construções de hotéis através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para as edificações que obtenham nível A de eficiência energética do Programa PBE Edifica; e a adoção do IPTU verde que oferece descontos nas alíquotas do IPTU para as edificações que investiram em tecnologias sustentáveis em seus projetos de construção ou reforma.
Adaptações mínimas:	• Exigir aos edifícios de medirem seu desempenho operacional e tornar os dados públicos, como contrapartida ao recebimento do incentivo. • Divulgação de possíveis programas e disponibilização de apoio, infraestrutura e exemplos para governos municipais e outros órgãos públicos que poderiam implementar programas locais de subsídio.
Melhorias adicionais e valor agregado:	• Estimular o desenvolvimento tecnológico e a inovação, e criar conhecimento para o setor a se desenvolver. • Programas de subsídio bem estabelecidos podem ser agentes de transformação de um setor.
Dicas para integração em um Plano de Ação:	• Demonstração ou inserção de novas tecnologias ou metodologias, para desenvolvimento de capacidades locais. • Integração de geração distribuída em edificações. • Reduções de impostos (principalmente IPTU). • Benefícios ao incorporador (redução de outorga onerosa ou aumento do coeficiente construtivo). • Linhas de financiamento com taxas atrativas.

4.6.2. Justificativa

Um programa efetivo de desenvolvimento de eficiência energética precisa estimular desempenho excepcional, além de requerer níveis mínimos. Programas de etiquetagem, índices mínimos e desempenho obrigatório complementam programas de reconhecimento de desempenho acima do normal. A atuação na área de incentivos a prédios de baixo consumo pode estimular o desenvolvimento tecnológico e a inovação, e criar conhecimento para o setor a se desenvolver.

4.6.3. Considerações

Incentivos a prédios de baixo consumo devem ser implementados sempre com uma visão estratégica e clara do que se busca incentivar. Sempre que possível, devem ser vistos como programas com um limite temporal e que buscam mudar o patamar atual do mercado. No atual contexto, as prioridades identificadas incluem:

- Projetos pilotos, que podem servir de inspiração para outros edifícios;

- Demonstração ou inserção de novas tecnologias ou metodologias, para desenvolvimento de capacidades locais; e
- Integração de geração distribuída em edificações.

Os incentivos podem tomar a forma de incentivos tributários, como reduções no IPTU, incentivos ao incorporador, como reduções na outorga onerosa ou aumento do coeficiente de aproveitamento permitido, ou linhas de financiamento com taxas atrativas.

É essencial que os programas sejam estruturados de forma que os benefícios sejam acolhidos pelo responsável pelas ações necessárias para receber o subsídio. Por exemplo, reduções na outorga onerosa devem ser associadas a melhoras na estrutura do edifício e instalações realizadas pela incorporadora, enquanto reduções de IPTU devem ser associados a reduções da energia operacional ao longo do tempo. Quando se trata de edifícios alugados, o proprietário ou administrador poderia ter um acordo para repassar os incentivos vinculado à redução de consumo operacional aos usuários.

Qualquer programa precisa ter uma garantia de qualidade adequado, idealmente com certificação por terceira parte. Dependendo das necessidades locais, os subsídios poderiam se basear em:

- Edifícios *net-zero*, que geram a quantidade de energia necessária para sua operação ao longo do ano (incentiva a eficiência e a geração distribuída em conjunto);
- Edifícios que atingem altos níveis de desempenho operacional, após comparação com benchmarks e, no futuro, aplicação de processos de certificação DEO;
- Recebimento do Selo Procel Edificações, ou etiquetagem PBE Edifica de um determinado nível;
- Recebimento de outros selos e certificações comerciais, como EDGE, LEED, AQUA ou Referencial Casa; ou
- Critérios específicos definidos para um determinado programa de incentivos (isso é recomendado apenas em situações excepcionais, pois requer o desenvolvimento de uma infraestrutura de fiscalização).

Um ponto importante, e vinculado à transparência com relação ao consumo energético, seria a obrigação aos edifícios de medirem seu desempenho operacional e tornar os dados públicos, como contrapartida ao recebimento do incentivo. Isso ajuda na avaliação, monitoramento, revisão de parâmetros e avaliação da efetividade do programa.

5. AÇÕES PRIORITÁRIAS

Este capítulo detalha as ações consideradas prioritárias dentro das seis áreas de atuação, em conformidade com a seleção realizada no capítulo 3.2.1 deste relatório.

5.1. A1: Tornar etiquetagem compulsória

5.1.1. Objetivos

Tornar obrigatória a etiquetagem de novas construções e reformas de edificações comerciais, residenciais e públicas de forma gradual, planejada e transparente, com níveis mínimos especificados por tipologia e por etapa, visando a obrigatoriedade de toda nova edificação e reforma em obter o Nível A até 2030.

5.1.2. Importância

O aumento do uso da etiquetagem é uma das ferramentas com maior custo-efetividade para transformar o mercado de eficiência energética em edificações. A etiquetagem supera barreiras de conhecimento dos níveis de eficiência e gera uma metodologia unificada que permite seleção de edifícios mais eficientes por consumidores, ou adoção de critérios acima dos níveis mínimos por organizações ou governos locais.

5.1.3. Critérios qualitativos da seleção da medida para o Plano de Ação

- A obrigatoriedade impulsiona o desenvolvimento de estruturas e infraestrutura de implementação da etiquetagem em escala;
- A implementação programada, planejada e transparente da obrigatoriedade dá os sinais necessários para que o mercado comece a investir na etiquetagem de forma voluntária;
- A implementação adiantada por selecionados munícipios dá os sinais de comprometimento municipal, e dá oportunidade para mostrar liderança ao nível nacional;
- A escala de etiquetagem a ser atingida pela obrigatoriedade reduz significativamente os custos de implementação;
- O momento de projeto, construção ou reforma profunda de um edifício é o momento com o maior potencial para a implementação de medidas de EE.

5.1.4. Público alvo a ser atingido

A Tabela 5-1 apresenta os edifícios alvos à obrigatoriedade de etiquetagem.

Tabela 5-1. Edifícios alvo à obrigatoriedade de etiquetagem

Público alvo	Nível mínimo	Prazo
Edifícios Federais (em curso)	Nível A	**ETAPA 1: início 2020**[6]
Edifícios Públicos nos 10 maiores municípios*	Nível C	
Todos edifícios comerciais > 2000m²	Nível C	
Todos edifícios residenciais	Nível C	
Todos edifícios públicos	Nível A	**ETAPA 2: início 2025**
Todos edifícios comerciais	Nível B	
Todos edifícios residenciais	Nível B	
Todos novos edifícios	Nível A	**ETAPA 3: início 2030**

* Os 10 maiores municípios selecionados para implementação adiantada desta medida são: São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Salvador, Fortaleza, Belo Horizonte, Manaus, Curitiba Recife e Porto Alegre (IBGE, 2017).

5.1.5. Funcionamento geral da Medida

Os principais pontos sobre o funcionamento da implantação e acompanhamento da adoção da etiquetagem de edifícios são:

- Definição da nova metodologia de avaliação e etiquetagem, com a publicação dos documentos prevista para entrar em vigor ao final do ano 2018 (INMETRO, 2018);
- Divulgação do programa PBE Edifica sobre os benefícios, o plano gradativo da obrigatoriedade até 2030 para todos novos edifícios, e os mecanismos de atendimento:
  - Construtores
  - Projetistas
  - Municípios
- Capacitação sobre o Programa e as ferramentas existentes:
  - Construtores

[6] O PNEf de 2030 contempla a obrigatoriedade da etiquetagem para edificações públicas até 2020, comerciais e serviços até 2025, e residenciais até 2030. A Tabela 5-1 propõe prazos adiantados, que refletem o sentimento do mercado obtido através das entrevistas conduzidas, que tem fortemente apoiado à ideia da implementação adiantada (entrevistas realizadas com representantes do SindusCon-SP, Tecnisa, Tarjab).

- Projetistas

- Acreditação de inspetores e laboratórios para emissão da etiquetagem;
- Controle do atendimento às normas através dos testes realizados pela rede acreditada de avaliação;
- Criação de um banco de dados para registrar as informações básicas de cada edifício etiquetado, através de uma plataforma hospedada pelo PROCEL;
- Medição, relato e verificação dos resultados através da plataforma, com acompanhamento de resultados e ação sobre os casos de não-conformidade;
- Integração com a plataforma DEO para medição do consumo real dos edifícios etiquetados;
- Atualização periódica dos índices, a fim de refletir progressos tecnológicos e de mercado;
- Incentivos financeiros para atingir níveis acima do mínimo requisito;
- Incentivos e eventual obrigatoriedade de etiquetar o imóvel no momento de vendo ou aluguel;
- Inclusão nos programas do PEE e na Portaria nº643 de novembro 2017

5.1.6. Principais atores

Tabela 5-2. Principais atores e papeis.

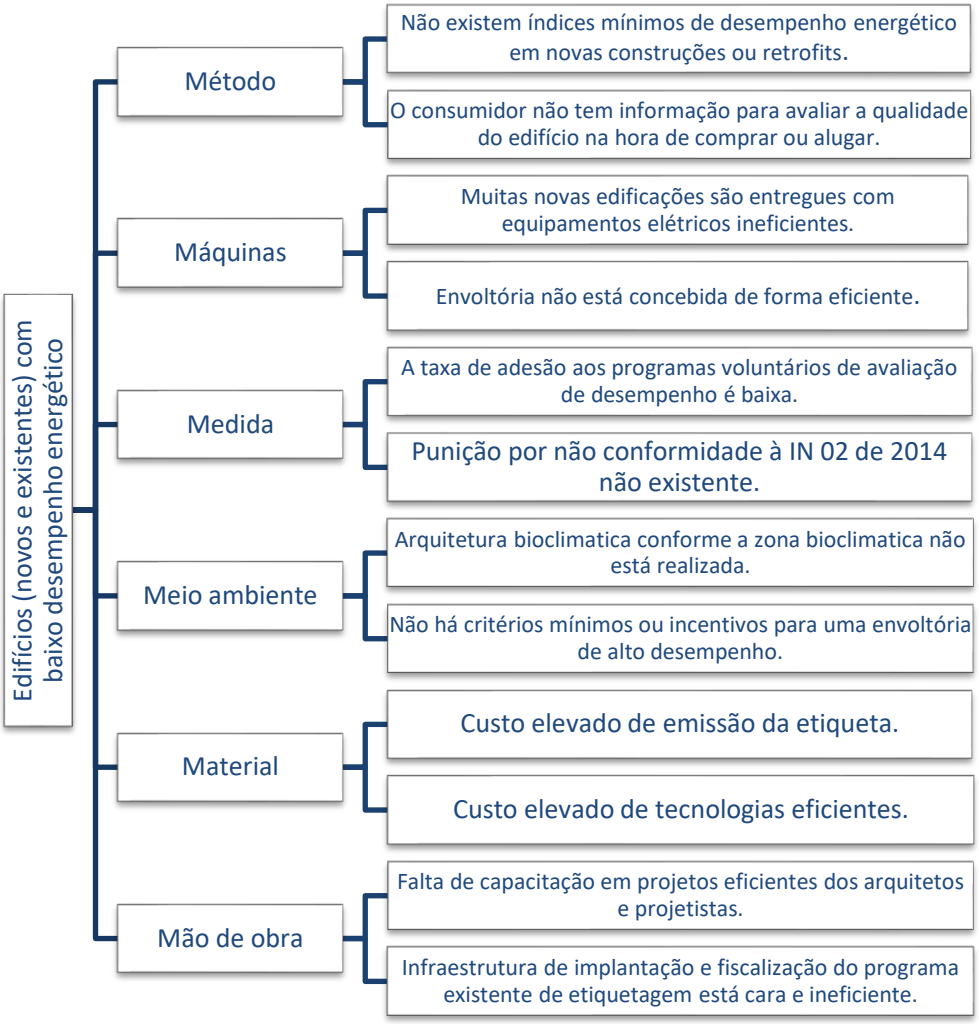
Ator	Papel
INMETRO, Procel	• Consolidar e publicar a nova metodologia de avaliação do PBE Edifica. • Divulgar a metodologia. • Desenvolver *checklists* simplificados para avaliação de edifícios mais simples. • Capacitar e credenciar profissionais para realização de auditorias. • Credenciar demais OIAs, que hoje estão muito poucos. • Fazer campanhas de divulgação geral sobre os benefícios do PBE Edifica para o consumidor final. • Sistematicamente melhorar o Programa conforme *feedback* do mercado, representado pelas organizações setoriais, e conforme dados de Desempenho Energético Operacional.
OIAs, auditores e profissionais do mercado de construção	• Se capacitar para se tornar auditores. • Divulgar o serviço de auditoria para estimular o mercado.
Governo federal e governos locais	• Implementar um mecanismo de verificação que os edifícios atendam à Instrução Normativa de obrigatoriedade (IN nº02 de 2014), penalizando não conformidade. • Incentivar aderência ao programa além dos requisitos atuais da IN nº02 de 2014. • Municípios: incentivar adoção da etiqueta em níveis superiores ao nível mínimo, e penalizar não conformidade.
Gestores públicos do Sistema de Serviços Gerais (SISG)	• Se informar sobre as demandas da IN nº02 de 2014, e cobrar conformidade.

Ator	Papel
Organizações setoriais, como os SindusCon estaduais	• Fornecer capacitação sobre o PBE Edifica, as novas metodologias, os planos de obrigatoriedade, para construtoras e incorporadoras, focando nos benefícios de fazer uma adoção adiantada do Programa. • Fornecer *feedback* sobre a reação e o impacto do Programa sobre o mercado de construção civil para o INMETRO e o Procel. • Fazer campanhas de divulgação geral sobre os benefícios do PBE Edifica para o consumidor final.
Incorporadores e construtoras	• Se capacitar sobre as demandas do Programa, desenvolver métodos de implementar as demandas no dia a dia do desenvolvimento de novos projetos de construção. • Divulgar aos clientes finais dos edifícios os benefícios de se comprar um imóvel com melhor nível de eficiência energética, a fim de gerar demanda para edifícios etiquetados “A”. • Claramente informar o nível de eficiência de novos edifícios construídos para que o consumidor final possa escolher. • Buscar financiamento especializado para prédios de baixo consumo (ver capítulo 6.5).
Financiadores	• Desenvolver linhas de financiamento como incentivo à construção e/ou aquisição de imóveis com maior nível de eficiência.

5.1.7. Modelo de causa-efeito

O modelo de causa e efeito apresentado na Figura 5.1 é baseado na metodologia de Ishikawa[7]:

Figura 5-1. Modelo Causa e Efeito para a Ação A1 - Etiquetagem (desenvolvimento próprio)



5.1.8. Estratégias de implantação

Infraestrutura para reduzir custos e permitir a implementação de etiquetagem em escala

Atualmente, as etiquetas do programa de certificação de edificações PBE Edifica - Programa de Eficiência Energética em Edificações somente podem ser emitidas pelos Organismos de Inspeção Acreditados (OIAs). As duas etiquetas que podem ser emitidas são a etiqueta de projeto e a etiqueta da edificação construída. A

[7] Diagrama de causa e efeito proposto por Dr. Karou Ishikawa em 1943, considera as causas dos problemas por 6 meios: método, máquina, medida, meio ambiente, mão-de-obra e material.

responsabilidade dos OIAs é verificar a conformidade da edificação avaliada quanto ao regulamento técnico em vigor.

Para garantir a infraestrutura da implementação da etiquetagem no mercado, é essencial reduzir os custos de implementação. Atualmente, para os OIAs, o processo de acreditação e sua manutenção tem um custo elevado. Para que os OIAs consigam se manter atuantes no mercado e oferecer a etiquetagem num preço acessível, é preciso ter uma demanda mínima de emissão de etiquetas pelo mercado. A forma mais efetiva para gerar a demanda necessária é tornando o programa de certificação de edificações PBE Edifica obrigatório, de forma gradativa, começando com determinados grupos de edifícios, como edifícios públicos. Atingindo escala para os OIAs, reduz significativamente o custo para o restante do mercado e possibilita a adoção em outros mercados.

A existência única de acreditação, vinculadas somente aos OIAs, é inviável para avaliar as edificações comerciais, públicas e residenciais. Convém destacar a importância da acreditação de pessoas pelo INMETRO para a certificação de pequenas edificações comerciais e/ou edificações residenciais como outro processo de avaliação da conformidade da certificação e das ações de acompanhamento e controle.

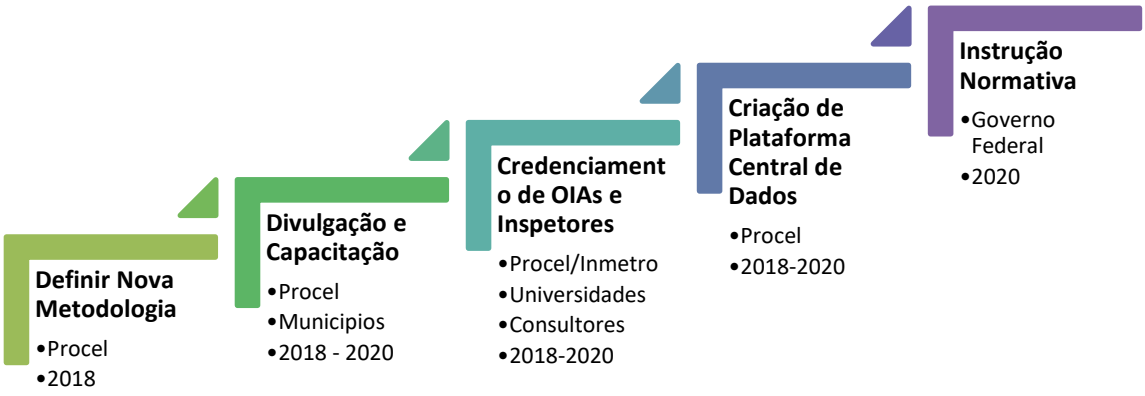
No futuro, com a integração de etiquetagem com estratégias municipais de promoção e incentivo à eficiência energética, as prefeituras poderão ter equipes técnicas para verificar os projetos e corrigir detalhes necessários para garantir um nível unificado do mercado.

Os pontos críticos sobre a implementação da medida são listados abaixo:

- Implementar a obrigatoriedade de forma gradativa, apoiado por acordos voluntários setoriais, providenciando visibilidade sobre o cronograma de aplicação;
- A transparência do plano gradativo de implementação será essencial para que o mercado da construção civil possa se preparar (ENTREVISTA SINDUSCON-SP, 2018);
- As construtoras consultadas ressaltaram que a obrigatoriedade da etiquetagem é a única forma de impulsionar o mercado;
- Desenvolver metodologias simplificadas para o processo de certificação, através de *checklists* e acreditação de pessoas, para reduzir custos em edifícios pequenos e simples;
- Apoiar o desenvolvimento de melhor infraestrutura voltada à etiquetagem, através de ferramentas *online*, manuais, um banco de dados de fácil acesso, cursos, materiais de referência, projetos pilotos, e processos de solicitação de orçamentos;
- Banco de dados para registro de informações e portal online para o levantamento de dados;
- Programa de registro e credenciamento para organismos de inspeção;
- Implementar uma campanha de visibilidade e comunicação, para desmistificar o processo e promover os benefícios;
- Incentivos através de capacitação;
- Processo de *feedback* e constante comunicação com o mercado para refinamento metodológico.

Passo a passo da implementação do Programa:

Figura 5-1. Esquema dos passos para implementação do Programa de Etiquetagem



Em paralelo:

- Criação de uma Plataforma Central de gerenciamento;
- Automatização e digitalização da etiquetagem;
- Desenvolvimento de checklists;
- Desenvolvimento de modelos de financiamento;
- Capacitação em todos níveis do mercado da construção civil;
- MRV e desenvolvimento de mecanismos de *feedback* para otimização do Programa.

5.1.9. Estimativa de economia energética

A economia média atingida por etiquetagem para cada uma das categorias está estimada em estudos de casos, referências nacionais e internacionais. Ver Anexo 1 para detalhes das premissas adotadas para os cálculos.

Impacto da implementação:

O impacto da implementação é apresentado na Tabela 5-3 e nas Figuras 5-1 a 5-5. As premissas completas dos cálculos e um exemplo da metodologia aplicada à medida de etiquetagem dos edifícios federais podem ser consultadas no Anexo 1.

Tabela 5-3. Resultados e Premissas para Ação A1 - Etiquetagem

ETAPA 1		
	Premissas	**Economia**
Edifícios Federais Nível A mínimo 2020-2030	• Quantidade de edifícios 5.503 em 2016 (Tabela A2-0-1). • Consumo médio por edifício: 76.606 kWh/ano (Tabela A2-0-1). • Quantidade de reformas etiquetadas: 5% ao ano (cada 20 anos). • Quantidade de novos edifícios: +1,6% a.a. (EPE, 2016). • Economia média por reforma etiquetada: 33% (Tabela A2-0-1). • Economia média por nova construção: 33% (Tabela A2-0-1). • Taxa atual de adesão ao PBE Edifica: 10% • Total de edifícios etiquetados: 2.752 (reformas) + 1.009 (novas construções)	Economia até 2029: **540 GWh** Economia média a.a.: **54 GWh/ ano** entre 2020-2030
Edifícios públicos em 10 municípios[8] Nível C mínimo 2020-2025	• Quantidade de edifícios: 24.960 • Consumo médio por edifício: 30.204 kWh/ano • Quantidade de reformas: 5% ao ano (cada 20 anos). • Quantidade de novos edifícios: +1,6% a.a. (EPE, 2016) • Economia média com nível C mínimo: 14% • Adesão por nível: 80% nível C, 15% nível B, 5% nível A. • Total de edifícios etiquetados: 6.240 (reformas) + 2.152 (novas construções).	Economia até 2025: **193 GWh** Economia média a.a.: **39 GWh/ ano** entre 2020-2025

[8] São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Salvador, Fortaleza, Belo Horizonte, Manaus, Curitiba Recife e Porto Alegre (IBGE, 2017).

Edifícios Comerciais >2000m² Nível C mínimo 2020-2025	• Quantidade de edifícios: 33.070 em 2016 (Tabela A2-0-2). • Consumo por edifício: 121.153 kWh/ano (Tabela A2-0-2). • Quantidade de reformas: 5% ao ano (cada 20 anos) • Quantidade de novos edifícios: +5,5% a.a. • Economia média com nível C mínimo: 13% (Tabela A2-0-2). • Adesão por nível: 85% nível C, 10% nível B, 5% nível A. • Total de edifícios etiquetados: 8.267 (reformas) + 11.920 (novas construções)	Economia até 2025: **1.498 GWh** Economia a.a.: **300 GWh/ ano** entre 2020-2025
Edifícios Residenciais Nível C mínimo 2020-2025	• Quantidade de domicílios: 69.277.000 em 2016 (Tabela A2-0-3). • Consumo por edifício 2017: 1.918 kWh/ano (Tabela A2-0-3). • Economia média com nível C mínimo: 13% • Total de domicílios etiquetados: 2.558.983 (novas construções).	Economia até 2025: **3.692 GWh** Economia a.a.: **738 GWh/ ano** entre 2020-2025
ETAPA 2		
Edifícios Públicos Nível A mínimo 2025-2030	• Quantidade de edifícios públicos: 185.576 em 2016 (Tabela A2-0-1). • Consumo por edifício: 76.606 kWh/ano (Tabela A2-0-1). • Quantidade de reformas: 5% ao ano (cada 20 anos) • Quantidade de novos edifícios: +1,7% a.a. (EPE, 2016) • Economia por nova construção Nível A: 33% (Tabela A2-0-1). • Economia por reforma Nível A: 33% (Tabela A2-0-1). • Taxa de adesão atual: 10% • Total de edifícios etiquetados: 47.770 (reformas) + 18.542 (novas construções)	Economia até 2030: **7.889 GWh** Economia média a.a.: **1.578 GWh/ ano** entre 2025-2030

Edifícios Comerciais Nível B mínimo 2025-2030	• Quantidade de edifícios comerciais: 5.687.581 em 2016 (Tabela A2-0-2). • Consumo médio por edifício: 14.297 kWh/ano (Tabela A2-0-2) • Quantidade de reformas: 5% ao ano (cada 20 anos) • Quantidade de novos edifícios: +5,5% a.a. (EPE, 2016) • Taxa de adesão: 70% (estimado, baseado na informalidade do mercado total sendo de aprox. 60% (WEB, 2006)) • Economia média por nível B mínimo: 23% • Total de edifícios etiquetados: 1.691.797 (reformas) + 1.824.296 (novas construções).	Economia até 2030: **80.547 GWh** Economia a.a.: **16.109 GWh/ ano** entre 2025-2030
Edifícios Residenciais Nível B mínimo 2025-2030	• Quantidade de domicílios: 80.808.640 em 2025 (Tabela A2-0-3) • Consumo por domicílio: 2.365 kWh/ano em 2025 • Quantidade de novos edifícios: +1,66% a.a. • Taxa de adesão: 40% (informalidade do mercado (WEB, 2006)) • Economia média por nível B mínimo: 23% • Total de edifícios etiquetados: 5.070.139 (novas construções).	Economia 2025-2030: **14.665 GWh** Economia a.a.: **2.933 GWh/ ano** entre 2025-2030

Figura 5-2. Economia de Energia pela Ação A1 - Etiquetagem

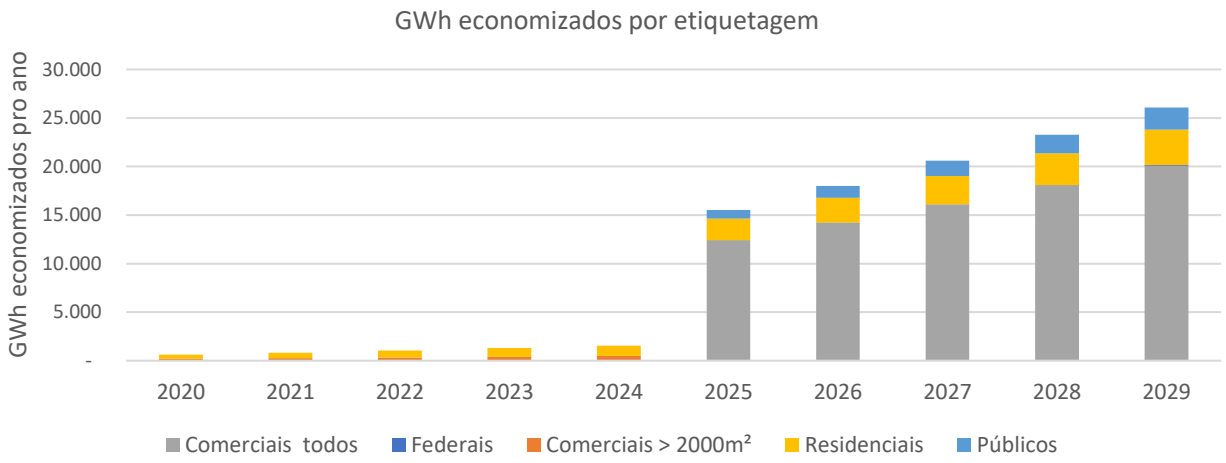
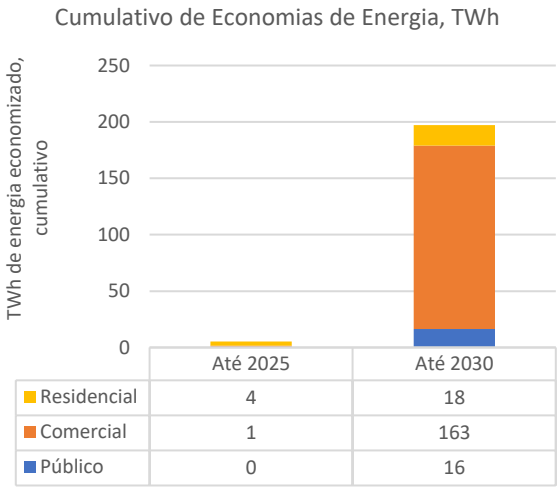
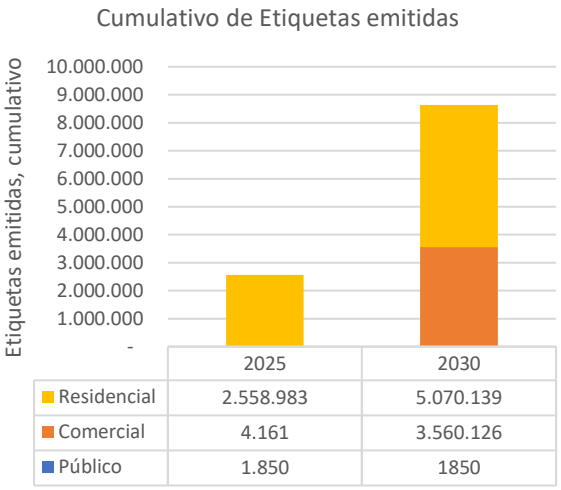


Figura 5-3. Cumulativo das Economias de Energia da Ação A1 - Etiquetagem



	Até 2025	Até 2030
Residencial	4	18
Comercial	1	163
Público	0	16

Figura 5-4. Cumulativo das Etiquetas Emitidas pela Ação A1 - Etiquetagem



	2025	2030
Residencial	2.558.983	5.070.139
Comercial	4.161	3.560.126
Público	1.850	1850

Figura 5-5. Comparativo de Economia de Energia por Etiqueta Emitida.

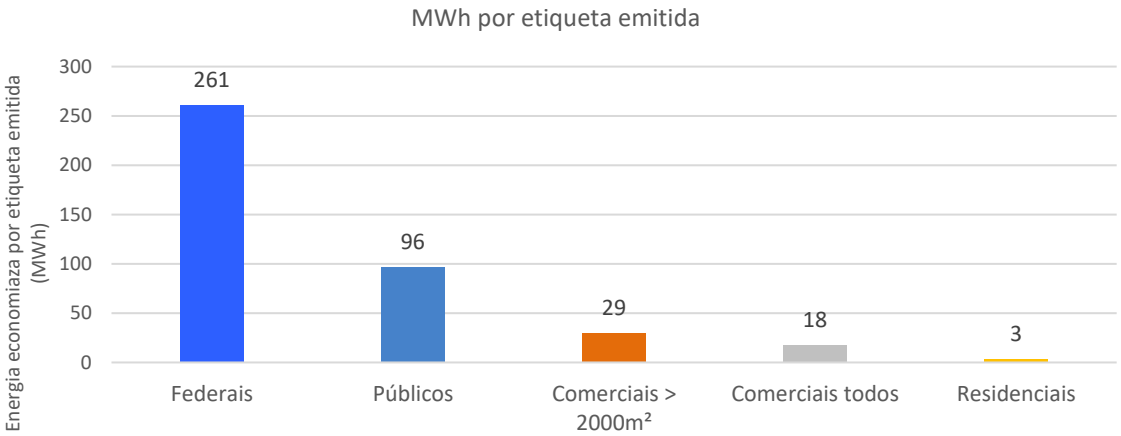
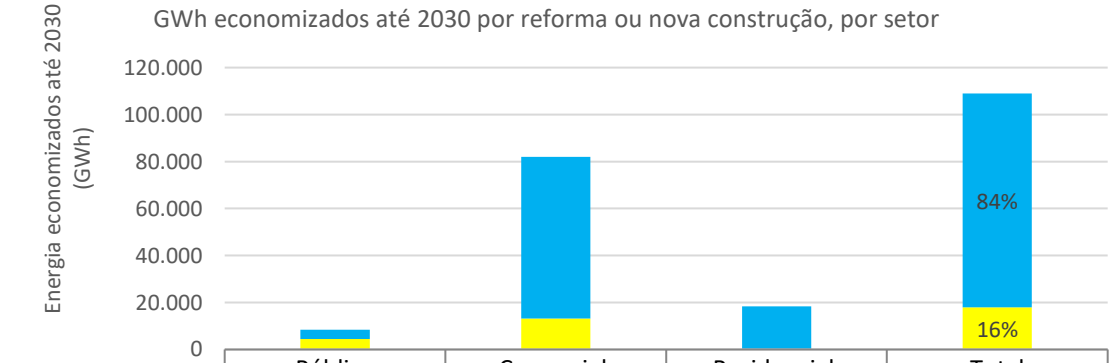


Figura 5-6. Energia Economizada por reforma ou nova construção



	Público	Comercial	Residencial	Total
Nova Construção	3.856	68.809	18.357	91.067
Reforma	4.518	13.237	-	17.902

Destaca-se pelas Figura 5-2 e Figura 5-6 que a maior economia é observada para os edifícios comerciais, pelo volume de estoque de edifícios comerciais "pequenos" (abaixo de 2000 m²). Porém, esse setor é também um setor com alta informalidade na construção e operação, significando que o desafio será na criação de uma estrutura de implementação e fiscalização muito simples, que deverá representar um custo-benefício muito claro.

A Figura 5-6 destaca que as economias geradas pela etiquetagem de edifícios são mais significativas considerando a construção de novos edifícios, do que edifícios existentes. Isso se explica pela baixa taxa de reformas de 5% ao ano prevista. Obs: não foram consideradas reformas no caso de edifícios residenciais, pela informalidade deste setor.

5.1.10. Potenciais barreiras

As potencias barreiras são apresentadas na Tabela 5-4:

Tabela 5-4. Potenciais barreiras para Ação 1A - Etiquetagem

	Potencial Barreira	Como superá-la
1.	Atual custo elevado de inspeção para a etiquetagem.	- Garantir uma demanda mínima para reduzir os custos para os OIAs, através da obrigatoriedade.
2.	Necessidade de desenvolvimento de infraestrutura e processos simplificados, como acreditação de pessoas para a certificação de pequenas edificações.	- Acreditar pessoas através do Inmetro para etiquetagem de pequenos edifícios. - Desenvolver métodos de *checklist* para facilitar a inspeção de pequenos edifícios.
3.	Percepção de concorrência com certificações voluntárias de mercado.	- Campanha de divulgação e capacitação adequada, ressaltando o foco desta etiquetagem em Eficiência Energética.
4.	Distância dos OIAs até as edificações, custos de viagem.	- Descentralização de inspeção através do ponto no item 2.
5.	Necessidade de aumento de capacitação e conhecimento na escala nacional.	- Campanhas de divulgação e de capacitação. - Liderança através de exemplo pelos órgãos públicos. - Inclusão no PEE e Portaria nº643 de novembro 2017
6.	Desconhecimento do programa dentro do próprio setor público (GOMES, 2017)	- Campanhas de divulgação, capacitação dentro do setor público.
7.	Falta de implementação e persistência na gestão pública	- Campanhas de divulgação, capacitação dentro do setor público. - Fiscalização do atendimento dos edifícios federais à IN 02 de Eficiência Energética de 2014.

5.1.11. Custo

Os itens com custo significativo para a implementação desta medida estão listados abaixo:

- Campanha de divulgação sobre o Programa PBE Edifica e o plano de obrigatoriedade;
- Capacitação nas incorporadoras, construtoras;
- Capacitação no setor público, nas prefeituras;
- Capacitação e acreditação dos inspetores;
- Desenvolvimento e manutenção de uma plataforma para hospedar o banco de dados;
- Desenvolvimento de um sistema de fiscalização de atendimento à obrigatoriedade;
- Divulgação periódica dos resultados e previsões de economia de energia.

Para poder estimar o tamanho do esforço de capacitação e de infraestrutura necessários em cada etapa da medida, a Tabela 5-5 demonstra a quantidade de etiquetas prevista a ser emitida para cada uma das categorias:

Tabela 5-5. Quantidade de etiquetas emitidas

	Até 2025	2025-2030	Mecanismo de Inspeção
Federais	1.850 (370 por ano)	-	Por OIAs
Públicos nos 10 maiores municípios	8.393 (1.679 por ano)	-	
Públicos	-	66.311 (13.262 por ano)	
Comerciais >2000 m²	20.187 (4.037 por ano)	23.846 (4.769 por ano)	
Comerciais <2000 m²	-	3.492.247 (698.449 por ano)	Por pessoas credenciadas
Residenciais	2.558.983 (66.502 por ano)	2.511.156 (502.231 por ano)	
Total	**2.581.020 (516.204 por ano)**	**5.560.329 (1.112.066 por ano)**	

Supondo que um inspetor consiga fazer a inspeção e emissão de 1 etiqueta a cada dois dias para o setor residencial, e 1 etiqueta a cada 1 a 4 dias (2 dias na média) para edifícios comerciais e públicos, ou seja, 130 etiquetas por ano, a quantidade de inspetores necessária para realizar o potencial da medida é apresentada na Tabela 5-6.

Tabela 5-6. Recursos técnicos para inspeção de etiquetagem

	Até 2025	2025-2030
Inspetores OIA	170 (34 por ano na média)	1.106 (102 por ano na média)
Pessoas credenciadas	19.749 (3.950 por ano na média)	46.363 (9.273 por ano na média)

Pelo projeto "Pesquisa para estimar o potencial de empregos na Área de Eficiência Energética no Brasil" dentro do âmbito do Projeto da GIZ "Inovação para Desenvolvimento Sustentável – Novas Parcerias", estão sendo geradas estimativas de quantidades de empregos atuais e futuras em eficiência energética.

Estimou-se que o valor atual de empregos dentro da área de consultoria de eficiência energética para novas construções e reformas é inferior a 300[9]. Nota-se o tamanho do aumento deste mercado que será necessário para implementar esta medida, e as demandas de capacitação e desenvolvimento de ferramentas especializadas.

5.1.12. Comentários sobre interdependência do setor

- Os critérios mínimos de desempenho precisam ser alinhados com os requerimentos de índices mínimos de envoltória e índices mínimos para equipamentos.
- Os processos de avaliação e inspeção precisam estar alinhados com a implementação de modelos de códigos de obras.
- Os níveis de desempenho devem estar calibrados com as avaliações de benchmarks e DEO.
- As informações de certificação devem ser registradas através de um banco de dados integrado, incorporando certificação DEO e outros bancos de dados existentes.
- Os cálculos para edifícios de zero energia devem ser baseados na metodologia de previsão de consumo da etiquetagem.
- Como é proposto integrar os mecanismos de Índices mínimos da envoltória e índices mínimos no Código de Obras com o programa de etiquetagem, é importante ressaltar que os custos em elaborar a infraestrutura para possibilitar a obrigatoriedade da etiquetagem serão aproveitados na fiscalização da Norma de Desempenho, e na fiscalização de edifícios perante o Código de Obras.

5.1.13. Comentários sobre interdependência com outro setor

- Utilizar a etiquetagem como embasamento para medidas voltadas ao financiamento, incentivos tributários e subsídios à eficiência energética.
- Incentivos deveriam ser priorizados para melhorar o parque de edifícios existentes, ou seja, para projetos de retrofits.
- Os mecanismos de financiamento e incentivos são abordados no Relatório de Financiamento.

[9] Estimativa baseada em levantamentos de registros de associações de eficiência energética e sustentabilidade, i com membros do GBC Brasil, e entrevistas com representantes deste setor.

5.1.14. Matriz SWOT (Forças, oportunidades, fraquezas e ameaças)

Tabela 5-7. Matriz SWOT da ação A1 - Etiquetagem

FORÇAS	OPORTUNIDADES
• Estrutura institucional existente • Programa de etiquetagem maduro no mercado nacional e internacional • Focado em eficiência energética • Diversas metodologias (simples até simulação)	• Escalável • Padronização do mercado de edifícios eficientes para integração com outros setores (financiamento, net zero, DEO etc) • Edificações eficientes serão valorizadas • Banco de dados traz conhecimento sobre estoque de edifícios
FRAQUEZAS	**AMEAÇAS**
• Pouco conhecido • Alto custo atual de emissão de etiqueta • Capacitação e maior divulgação essencial	• Adesão voluntária baixa • Volume de etiquetas se for obrigatório é muito alto • Possível percepção de competição com outras certificações ou normas

5.1.15. Comentários sobre MRV

Medição, relato e verificação são processos essenciais desta medida, já que diversas das medidas a seguir irão usar os mecanismos de implementação dela. Central ao sucesso desta medida é a possiblidade de penalizar edifícios que não estão em conformidade com o Programa, e recompensar os que vão além dos requisitos mínimos do Programa.

Para possibilitar este processo, um banco de dados, hospedado em uma plataforma central, registrará as etiquetas emitidas, permitindo o acompanhamento de informações detalhadas sobre os edifícios sendo construídos, incluindo suas áreas, tipologias, características construtivas e previsões de consumo. Estas informações serão muito valiosas também para avaliação do mercado, revisão do processo da etiquetagem e atualização de suposições sobre o setor.

As perguntas que poderão ser respondidas pelo processo de MRV são a seguir:

Tabela 5-8. Indicadores para MRV

#	Pergunta	Descrição	Como calcular
1.	**Quantas etiquetas foram emitidas?**	De cada nível, tipologia de edifício, m², e tipo (novo x retrofit).	Dados de cada etiqueta emitida registrada na Plataforma Central, fornecidos pelo Procel.
2.	**Quantos auditores e OIAs têm acreditados?**	Para prever capacitação.	Lista de auditores e OIA acreditados pelo INMETRO.
3.	**Qual a economia média em kWh/m² por etiqueta?**	De cada nível, tipologia de edifício, e tipo (novo x retrofit)	Indicadores R1 e E1 (conforme Figura 5-2 abaixo).
4.	**Qual a economia resultada da implementação da medida?**	Para cada fase de implementação da medida.	Indicadores R1 e E1 (conforme Figura 5-2 abaixo).
5.	**Qual o sucesso da metodologia de cálculo de consumo do PBE Edifica**	Para avaliar a diferença entre consumo real e consumo previsto na avaliação do PBE Edifica.	Indicadores E1 e E2 (conforme Figura 5-2 abaixo).

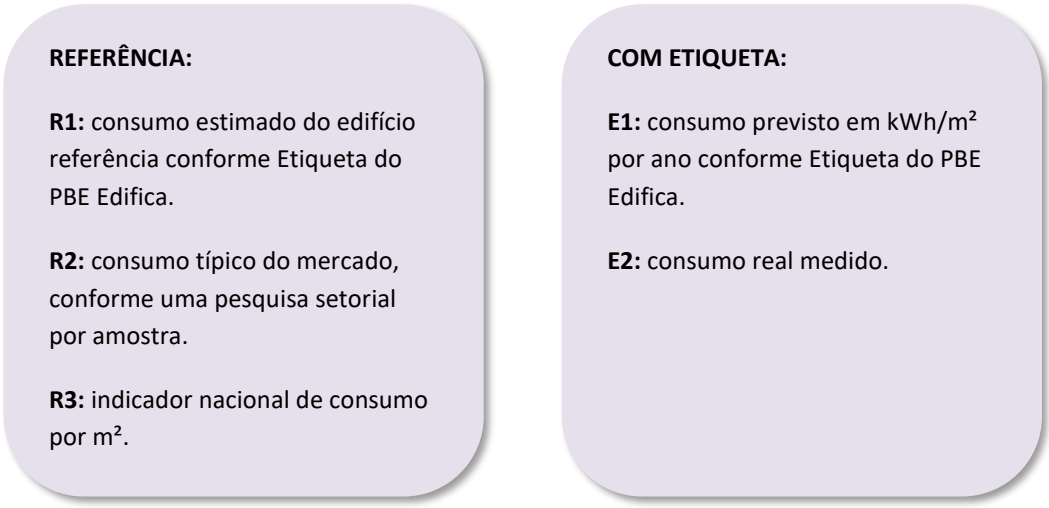
#	Pergunta	Descrição	Como calcular
6.	**Qual o consumo de energia anual médio por edifício?**	Para acompanhamento anual do consumo por edifício nos setores residencial, comercial e público.	Consumo anual de energia em cada setor (conforme o BEN) dividido pela quantidade de edifícios naquele setor (dados ainda não consolidados suficientes para poder gerar).

As respostas a essas perguntas permitirão:

- Avaliação do sucesso da medida:
  - Atendimento à obrigatoriedade
  - Impacto da medida em termos de redução de consumo energético
- Divulgação dos impactos da etiquetagem para incentivar o mercado a adotar níveis de etiqueta mais altos.
- Desenvolvimento de políticas incentivando a construção de edifícios de maior nível de eficiência (em cada nível: nacional, estadual, municipal).
- Planejamento de capacitação e credenciamento dos OIAs e inspetores.

O impacto de etiquetagem pode ser estimado calculando a diferença entre o consumo anual do edifício etiquetado e o consumo do edifício **se não estivesse etiquetado.** Este caso é definido como o caso de referência. Existem diferentes metodologias para fazer este cálculo, conforme diferentes definições do caso de referência e dados disponíveis. As diferentes definições são descritas na Figura 5-2 e as definições abaixo.

Figura 5-2. Definição dos casos para cálculo de economia da ação A1: tornar etiquetagem obrigatória.



Opções de cálculos de economia de energia por etiquetagem:

R1 - E1: pela nova metodologia do PBE Edifica, o edifício avaliado é classificado de A a E conforme seu consumo energético comparado com o consumo de um edifício de características semelhantes de nível de eficiência D, representando uma construção típica do mercado. Portanto, para cada edifício, há dois valores de consumo calculado: o consumo do edifício referência (R1), e o consumo previsto do edifício sendo avaliado (E1). Apesar de que estes valores são apenas valores teóricos, e não necessariamente representativos da realidade, está proposto que sejam os indicadores mais apropriados para cálculo de economia desta medida, no primeiro momento. O principal motivo é pelo fato que a metodologia de cálculo já existe parte do processo de

etiquetagem, e pela possibilidade de aprimorar os métodos de cálculo posteriormente conforme estudos setoriais, programas de medição de amostras de edifícios, e programas de benchmarking, para que os valores calculados sejam mais próximos aos valores de consumo reais.

R2: uma alternativa para o valor de consumo do edifício não etiquetado é usar resultados de pesquisas setoriais de diferentes tipologias de edifícios, gerando um indicador de consumo anual por edifício ou por m² típico para cada tipologia. Apesar de ter muito valor para entendimento do mercado, e gerar um indicador de consumo real (e não teórico), serão precisos diversos estudos de pesquisa muito longos e complexos. Serão precisas amostras muito grandes para garantir uma representatividade estatística, tornando-se uma opção mais cara.

R3: o indicador mais preciso, porém com incertezas altas demais para poder gerar hoje com o nível atual de dados, é o indicador de consumo anual por setor (conforme o Balanço Energético Nacional) dividido pela área em m² de todos os edifícios daquele setor. À medida que começam a se implementar coletas de dados sobre o parque de edifícios, este indicador poderá ser usado no futuro.

E2: ao invés de usar o valor de consumo previsto pela etiqueta (E1), poderia usar-se dados de medição real de consumo dos edifícios (ou por obrigatoriedade de relato de medições, ou direto das concessionárias). O problema com este indicador é que só pode ser comparado com consumo de um edifício referência teórico. Portanto, o calculo de economia seria afetado pelo chamado *"performance gap"*, ou seja, diferença inevitável entre valores teóricos e valores reais.

Portanto, recomenda-se usar dados reais de medição para medir a diferença entre consumo real e consumo previsto, e assim aprimorando os indicadores R1 e E1.

Outros indicadores poderiam ser interessantes de ser levantados, a fim de impulsionar o mercado pelo lado da demanda:

Tabela 5-9. Indicadores adicionais para MRV de Etiquetagem

Quem	Qual indicador	Por quê
Incorporadoras	– Valor de venda ou aluguel para construções de diferentes níveis de eficiência.	Avaliação do custo-benefício de construir edifícios mais eficientes.
Usuário final	– Economia de energia mensal, na média	Avaliação do custo-benefício de escolher um edifício mais eficiente.

5.2. A2: Estabelecimento e implantação de índices mínimos de desempenho térmico na envoltória

5.2.1. Objetivo

Obrigar níveis mínimos de eficiência na envoltória de novas edificações, garantindo um desempenho térmico mínimo para o estoque construído, de uma forma que seja coerente com a etiquetagem PBE Edifica.

5.2.2. Importância

- Aumentar a eficiência mínima dos edifícios sendo oferecidos ao mercado.
- Permitir uma evolução gradativa de especificações, com base em estudo econômico.
- Embutir melhoras de desempenho na construção, garantindo desempenho ao longo prazo.
- Reduzir a incidência de construção de edifícios inteiramente dependentes do ar condicionado, em zonas climáticas aonde isso não deve ser necessário.
- Alinhar com os requisitos para o Sistema de Envoltória no Programa de Etiquetagem PBE Edifica.
- Sem estruturas robustas para apoiar e fiscalizar a implementação de normas requerendo desempenho mínimo no mercado Brasileiro de construção civil, é provável que estas medidas não sejam adotadas.
- Poucos edifícios contam com dispositivos de sombreamento, que têm um potencial grande de redução de consumo de sistemas de ar condicionado ou de melhoria de conforto (EPE/FOCO, 2015) (NEVES, 2017).

5.2.3. Público alvo a ser atingido

Etapa 1 (início 2020): todos os novos edifícios residenciais sendo construídos pelo mercado formal.

Etapa 2 (início 2025): todos os novos edifícios comerciais e públicos.

5.2.4. Critérios qualitativos da seleção da Medida para o Plano de ação

- É uma medida que possibilita a implementação gradativa em conjunto com o mercado, através de um mecanismo que já está ativo.
- As lições aprendidas na implementação da NBR 15.575 podem direcionar a implementação efetiva desta ação.
- A dificuldade de implementação das medidas simples de desempenho térmico contemplados na NBR 15.575 demonstra a necessidade de ter estruturas coerentes de implantação, cobrança e fiscalização de índices mínimos de desempenho no setor da construção civil.
- O estabelecimento de índices mínimos é essencial para melhorar o desempenho ao longo prazo, e pode ser alinhado com diversos tipos de fiscalização.
- Há muito potencial de integrar essa medida com outras medidas tais como etiquetagem e índices mínimos no Código de Obras.

5.2.5. Funcionamento geral da Medida

Os principais pontos sobre o funcionamento da implantação e acompanhamento da adoção da etiquetagem de edifícios são:

- Alinhar os critérios mínimos da Norma de Desempenho 15.575 com os critérios do Nível C do PBE Edifica (em andamento, será submetido ao INMETRO em 2018);
- Possibilitar comprovação de atendimento à Norma 15.575 através da obtenção da etiqueta;
- Alinhar com programa de etiquetagem de esquadrias;
- Criar uma Norma equivalente para edifícios comerciais, de serviço e públicos, que cite diretamente o PBE Edifica;
- Campanhas de capacitação e divulgação nas prefeituras, construtoras, incorporadoras;
- Medição, relato e verificação dos resultados, com acompanhamento de resultados e ação sobre os casos de não-conformidade;
- Atualização periódica dos índices, a fim de refletir progressos tecnológicos e de mercado.

Uma metodologia proposta desta é alinhar a NBR 15575 com o Programa de Etiquetagem do PBE Edifica, facilitando a implementação de ambas iniciativas, conforme a Tabela 5-10.

Tabela 5-10. Proposta para os critérios da Norma de Desempenho

Residenciais, Comerciais, de Serviço e Públicos	
Nível Mínimo	Equivalente ao Nível C do PBE Edifica – sistema de envoltória
Nível Intermediário	Equivalente ao Nível B do PBE Edifica – sistema de envoltória
Nível Superior	Equivalente ao Nível A do PBE Edifica – sistema de envoltória

Os benefícios de embasar os índices mínimos de envoltória em vigor pela NBR 15.575 nos critérios do PBE Edifica são a padronização do mercado, a unificação da mensagem ao mercado, e a otimização do uso dos recursos de inspeção, capacitação e implementação.

5.2.6. Modelo de Causa-Efeito

Ver Modelo de Causa-Efeito no item 5.1.6.

5.2.7. Principais atores

- ABNT e profissionais do mercado;
- INMETRO, Procel Edifica e instituições acadêmicas;
- Construtoras, incorporadoras e representantes de instituições setoriais.

5.2.8. Estratégias de implantação

As estruturas de implantação de fiscalização precisam ser desenvolvidas em conjunto com os governos municipais, que são responsáveis pela emissão do habite-se para novos edifícios. Estes precisam ter acesso a informações, recursos, pessoas capacitadas e ferramentas simplificadas de demonstração de conformidade (*compliance*).

Ao mesmo tempo, um trabalho de capacitação do setor da construção civil deve demonstrar claramente os requisitos e as formas de demonstrar atendimento.

Programas de conscientização devem buscar informar o público geral sobre as responsabilidades legais de construtoras perante o atendimento de índices mínimos em norma.

Não existe um mecanismo de fiscalização de atendimento à Norma, sendo ao consumidor que pode levar ações contra o construtor em caso de não conformidade, pelo Código de Defesa do Consumidor. Apesar da falta de sistema de fiscalização, ainda é um mecanismo eficaz, pelo risco assumido pelo construtor em caso de ação do consumidor (TARJAB, 2018). Portanto, a simplificação da fiscalização por parte do consumidor por meio de etiquetagem é essencial.

Os pontos críticos sobre a implantação efetivo desta medida seguem abaixo:

- Desenvolver pesquisas para detalhar os impactos de medidas de envoltória e estabelecer níveis de desempenho otimizados;
- Desenvolver uma norma ABNT de índices mínimos para edifícios não residenciais (setor comercial e público);
- Revisar o cálculo do índice mínimo estabelecido pela NBR 15.575, para melhor contemplar fatores importantes em edifícios residenciais;
- O desempenho mínimo especificado no método simplificado e o que passa no método de simulação são bem distintos.

5.2.9. Estimativa de economia energética

A avaliação dos impactos quantitativos desta medida depende de uma modelagem complexa, considerando desempenho atual setorial, com base em dados de mercado, e previsões futuras de aumento de participação de sistemas de ar condicionado no mercado, além de suposições sobre comportamento futuro.

Etapa 1: Edifícios Residenciais

A quantidade de edifícios residenciais em 2020 e em 2030 é a mesma descrita na Tabela 3-4 da Ação A1.

O potencial de economia desta economia foi estimado com base nas premissas destacadas na Tabela 5-11.

.

Tabela 5-11. Premissas para Ação A2: Norma de Desempenho - Residencial

Economias resultantes da aplicação dos critérios de envoltória do Programa PBE Edifica:	**Economia no consumo anual**			**Fonte**
	Nível mínimo	**Nível intermediário**	**Nível superior**	
% economia no Ar Condicionado	40%	50%	60%	Estimativas baseadas em resultados de (MELO, 2017)
% economia no consumo total [10]	**8% do consumo total**	**10% do consumo total**	**12% do consumo total**	
% economia na Iluminação	10%	12%	15%	
% economia no consumo total [11]	**1,4% do consumo total**	**1,75% do consumo total**	**2,1% do consumo total**	
Economia total no consumo anual:	**9%**	**12%**	**14%**	-

Está assumido a seguinte distribuição no atendimento aos níveis da Norma de Desempenho:

Tabela 5-12. Cálculo de economia por atendimento à Norma de Desempenho

	% dos edifícios	**Economia por Nível de atendimento da Norma**
Nível Mínimo	80%	9%
Nível Intermediário	10%	12%
Nível Superior	10%	14%
Média ponderada		**10%**

Taxa de adesão global: 40% das novas construções residenciais

Fazendo a média ponderada destas premissas resultam em uma economia média por edifício **de 10%.**

[10] Ar Condicionado = 20% do consumo total anual residencial (ELETROBRAS, 2007)
[11] Iluminação = 14% do consumo anual (ELETROBRAS, 2007)

Etapa 2: Edifícios Comerciais

O potencial de economia desta economia foi estimado com base nas premissas destacadas na Tabela 5-9.

Tabela 5-13. Premissas para Ação A2: Normas de Desempenho – Comercial e Serviços

	Economia no consumo anual		
	Nível mínimo	**Nível intermediário**	**Nível superior**
% economia no AC *(AC = 47% do consumo anual comercial (CBCS))*	20%	30%	40%
% economia iluminação *(Iluminação = 20% do consumo anual residencial (CBCS))*	5%	7%	10%
Economia total no consumo anual:	**10%**	**16%**	**21%**

Está assumido a seguinte distribuição no atendimento aos níveis da Norma de Desempenho:

	% dos edifícios	**Economia por Nível de atendimento da Norma**
Nível Mínimo	80%	10%
Nível Intermediário	10%	16%
Nível Superior	10%	21%
Média ponderada		**12%**

Taxa de adesão global: 70% das novas construções residenciais

Estas premissas resultam em uma economia média por edifício **de 12%.**

A quantidade de edifícios comerciais em 2020 e em 2030 é a mesma descrita na Tabela 3-4 da Ação A1.

Impacto da implementação:

Os resultados de potencial de economia da Ação A2 são apresentados na Tabela 5-14. As Figuras 5-6 e 5-7 apresentam a economia de energia e cumulativo de economias para a Ação A2, respectivamente. As premissas de cálculo são descritas em mais detalhes no Anexo 2.

Tabela 5-14. Resultados de Potencial de Economia da Ação A2

ETAPA 1	
Edifícios Residenciais 2020-2030	Economia até 2030: **9.084 GWh** Economia média a.a.: **908 GWh/ano** entre 2020-2030
ETAPA 2	
Edifícios Comerciais 2025-2030	Economia até 2030: **3.553 GWh** Economia média a.a.: **711 GWh/ano** entre 2025-2030

Figura 5-7. Economia de Energia pela Ação A2 - Índices mínimos na envoltória

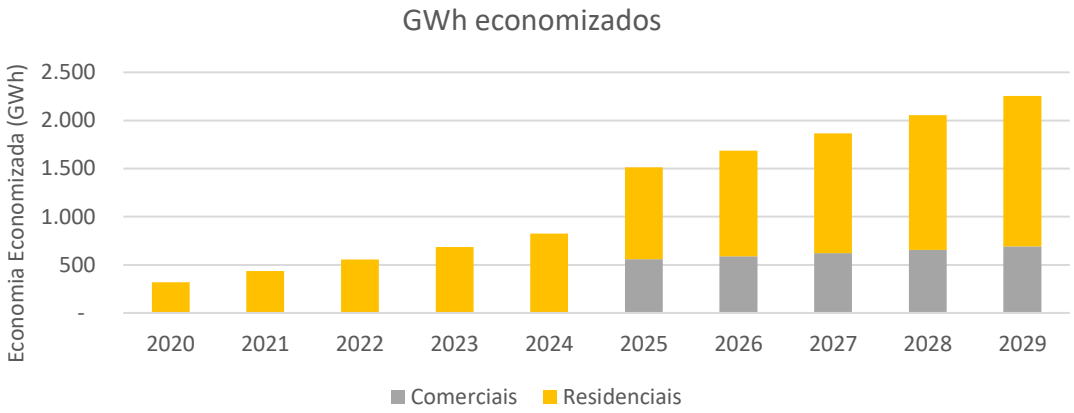
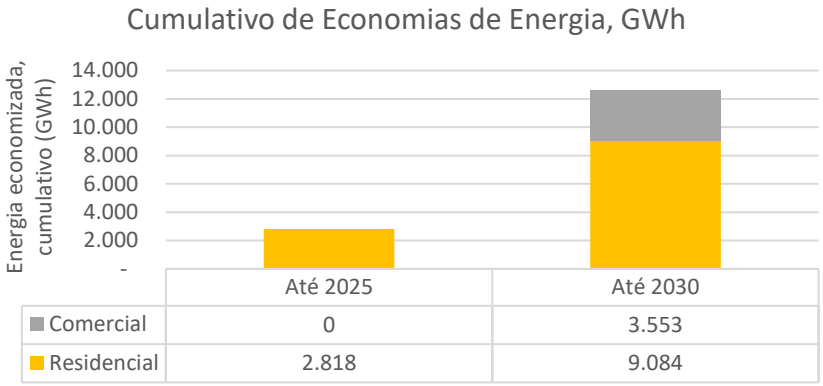


Figura 5-8. Cumulativo das Economias de Energia da Ação A2 – Índices mínimos na envoltória



5.2.10. Potenciais barreiras

- Desafio de desenvolvimento de critérios técnicos simples que garantam desempenho mínimo, sem aumentar custos ou restringir o projeto.
- Desconhecimento do setor para o atendimento à norma.

5.2.11. Custo

Para poder estimar o tamanho do esforço de capacitação e de infraestrutura necessários em cada etapa da medida, a Tabela 5-15 apresenta um resumo da previsão da quantidade de novos edifícios atingidos para cada tipologia.

Tabela 5-15. Previsão da quantidade de novos edifícios a serem fiscalizados

	2020-2025	2025-2030
Residenciais	2.558.983	2.511.156
Comerciais	-	2.079.568

Cabe destacar que esta medida é complementar à ação A1, no sentido que está proposto que a obtenção da etiquetagem pelo PBE Edifica poderá demostrar atendimento à Norma de Desempenho. Portanto, o custo de implementação e fiscalização está dividido entre as duas ações.

5.2.12. Comentários sobre interdependência do setor

- A etiquetagem compulsória deve considerar os mesmos índices de desempenho mínimo para a envoltória que estão estipuladas nestas normas.
- As economias calculadas desta medida não estão cumulativas com as da ação A1 (etiquetagem).
- Códigos de obras municipais devem contemplar os mesmos índices.

5.2.13. Comentários sobre interdependência com outro setor

Deve ser alinhado com a estratégia geral de índices mínimos.

5.2.14. Matriz SWOT (Forças, oportunidades, fraquezas e ameaças)

Tabela 5-16. Matriz SWOT da medida A2 – Índices mínimos na envoltória

FORÇAS	OPORTUNIDADES
• Estrutura institucional existente (no caso de edifícios residenciais). • Reduz o consumo de energia em ar condicionado e iluminação, e aumenta as horas de conforto térmico nos edifícios sem ar condicionado. • Poder de fiscalização/cobrança com o consumidor.	• Mecanismo para edifícios residenciais já em vigor. • Alinhamento com PBE Edifica pode padronizar o mercado.
FRAQUEZAS	**AMEAÇAS**
• Não está rigorosa suficiente. • Atualmente não há estrutura existente para edifícios comerciais. • Capacitação e maior divulgação essencial. • Aprimoramento metodológico necessário. • O desempenho mínimo especificado no método simplificado e o que passa no método de simulação são bem distintos.	• Desenvolvimento de uma nova Norma para edifícios comerciais é muito demorado. • Resistência do mercado em mudar a Norma.

5.2.15. Comentários sobre MRV

A proposta de integração com o Programa de Etiquetagem facilitará o desenvolvimento de procedimentos de MRV, por contar com um banco de dados centralizado registrando informações sobre as etiquetas emitidas. O mecanismo de fiscalização de atendimento aos índices mínimos de envoltória (que é o mecanismo da Norma de Desempenho ABNT NBR 15.575 atual) será facilitado, já que o consumidor poderá simplesmente verificar que o edifício possui uma etiqueta avaliando o desempenho da envoltória, que deverá atender ao nível mínimo estipulado.

No caso que esta ação seja implementada antes da obrigatoriedade de etiquetagem, haverá uma dificuldade de acompanhar a taxa de conformidade, já que não haverá registro do atendimento.

5.3. A3: Desenvolver modelos de Códigos de Obras para adoção voluntária

5.3.1. Objetivo

Proporcionar modelos de códigos de obras que incluam índices mínimos de desempenho energético e possam ser implementados por municípios com maior impacto, através do Programa de Etiquetagem PBE Edifica.

5.3.2. Importância

O Código de Obras poderá ser uma das principais ferramentas públicas para difusão e adoção de boas práticas de eficiência energética nos municípios.

5.3.3. Público alvo a ser atingido

Novas edificações nos setores comerciais e de serviços, e residenciais.

5.3.4. Critérios qualitativos da seleção da Medida para o Plano de ação

- É uma medida que possibilitará uma mudança mais rápida do padrão das construções e sua implementação em diferentes tamanhos de municípios
- Deve estar em unificada com outros mecanismos regulatórios como o Plano Diretor, o Código de Edificações, adotando critérios das normas técnicas, NBRs e ISOs, a etiquetagem do PBE Edifica.

5.3.5. Modelo de Causa-Efeito

Ver Modelo de Causa-Efeito no item 5.1.6.

5.3.6. Principais atores

- Prefeituras,

- PROCEL,
- Eletrobrás,
- Agentes da construção civil, SindusCon, SECOVI, AsBEA, PBQP-H, CBIC, construtoras, PBE Edifica.

5.3.7. Estratégias de implantação

- Inserir a etiquetagem do programa PBE Edifica nos códigos de obra, possibilitando que a obtenção da Etiqueta nível C no sistema de envoltória seja aceita como forma de adesão aos critérios sobre desempenho térmico no Código de Obras;
- Começar a implantação da medida em cidades com maior potencial, como os 10 maiores municípios do Brasil;
- Fazer a implementação gradativa para edifícios Federais, edifícios públicos, edifícios comerciais acima de 2000m², e residências.
- Aumentar o número de profissionais e mecanismos acreditados (OIA);
- Inserir as normas técnicas no Código do Consumidor;
- Estabelecer um prazo máximo de 2 anos para adequação do mercado (até 2020);
- Realizar a fiscalização da medida através de Relatórios de Status em cada Estado, sobre a obtenção da etiquetagem em edifícios públicos, comerciais e residenciais. A fiscalização dessa medida também está atrelada à transparência de dados de consumo (C1) pelas concessionárias, que poderá reportar a demanda contratada e consumo do edifício, que depois será comparada com o nível previsto na etiqueta;
- Fazer a verificação do atendimento em 3 estágios da edificação: fase de projeto, construção, e após a ocupação da edificação (*benchmarking*).

5.3.8. Estimativa de economia energética

A avaliação dos impactos quantitativos desta medida depende de diversos fatores e dados atuais como a quantidade de municípios que possuem Código de Obras, número de edificações (residenciais, comerciais e públicas), previsão e taxa de adesão e difusão em outros municípios, e principalmente a implementação das ações A1 e A2, sendo elas a obrigatoriedade da etiquetagem, e a integração dos critérios do sistema da envoltória na Norma de Desempenho, e a criação de uma Norma de Desempenho equivalente para edifícios comerciais.

Portanto, a economia de energia prevista foi calculada baseada na adoção voluntária dos 10 maiores municípios no Brasil adotando os critérios do sistema de envoltória do PBE Edifica.

Os resultados são apresentados na Tabela 5-16. As Figuras 5-8 e 5-9 apresentam a economia de energia e cumulativo de economias para a Ação A3, respectivamente. Os valores adotados são apresentados no Anexo 3.

Tabela 5-17. Resultados de Potencial de Economia – adoção voluntária de PBE Edifica no Código de Obras de 10 municípios

ETAPA 1		
	Premissas	**Economia**
Edifícios Residenciais 2020-2030	• Taxa de adesão 40% • 12.734.191 domicílios em 2016 (IBGE, 2017), • Total de 93.197 novos domicílios entre 2020 e 2030	Economia até 2030: **1.182 GWh** Economia média a.a.: **118 GWh/ano** entre 2020-2030
ETAPA 2		
Edifícios Comerciais 2025-2030	• Taxa de adesão 70% • 962.123 edifícios em 2016 (IBGE, 2017) • Total de 317.271 novos edifícios entre 2025 e 2030	Economia até 2030: **542 GWh** Economia média a.a.: **108 GWh/ano** entre 2025-2030

Figura 5-9. Economia de Energia pela Ação A3 - Índices mínimos na envoltória

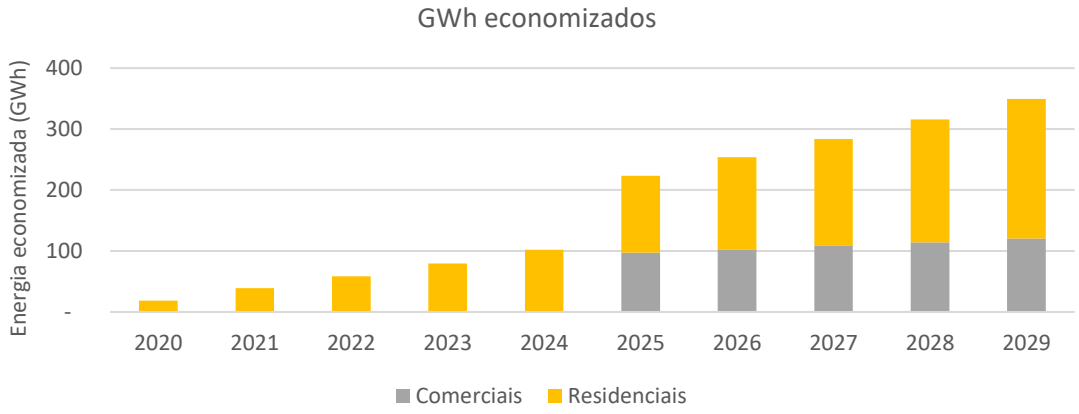
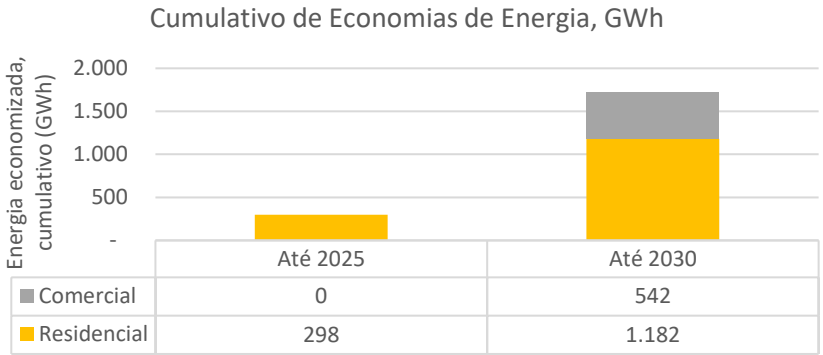


Figura 5-10. Cumulativo das Economias de Energia da Ação A3 – Índices mínimos na envoltória



5.3.9. Potenciais barreiras

Tabela 5-18. Potenciais barreiras e soluções - Ação A3

	Potencial Barreira	Como superá-la
1.	Problemas de desconhecimento e falta de divulgação	- Fazer campanhas de divulgação, divulgação na imprensa e mídia, aproveitando das campanhas sobre PBE Edifica.
2.	Desconhecimento dos benefícios econômicos associados à implementação dos requisitos	- Divulgar cases mostrando investimentos e economias obtidas.
3.	Tempo para adesão das construtoras e adaptação do mercado	- Otimizar o uso da infraestrutura desenvolvida para o PBE Edifica. - Fiscalização adequada por parte das Prefeituras.
4.	Falta de capacidade nas Prefeituras para fiscalização	- A integração com o Programa de Etiquetagem facilita a fiscalização, verificando apenas se o projeto possui a etiquetagem ou não.
5.	Custo para treinamento e capacitações de profissionais acreditados	- Aproveitar de financiamentos disponíveis, como PEE da ANEEL;

5.3.10. Custo

Já que há uma estrutura existente, e previsão de ampliação dela, pelo Programa de etiquetagem PBE Edifica, não há custo significativo da implantação desta medida. Estima-se que o tempo e esforço da verificação de adesão aos critérios de desempenho energético dos Códigos de Obras por parte das Prefeituras seja reduzido.

Para que isso seja realizado com sucesso, serão necessárias algumas ações de capacitação e divulgação:

- Campanha de divulgação sobre o Programa PBE Edifica e os benefícios de incorporá-lo nos Códigos de Obras dentro das Prefeituras;
- Incentivo na forma de assistência técnica no desenvolvimento dos Códigos de Obras que incorporem critérios de desempenho térmico conforme o PBE Edifica;
- Capacitação na fiscalização de aquisição da etiqueta.

5.3.11. Comentários sobre interdependência do setor

Esta medida é referente à difusão de critérios de EE através do Código de Obras. Os níveis de desempenho e requisitos estão relacionados com a etiquetagem das edificações, as medidas de índices mínimos de desempenho térmico na envoltória (ação A2), índices de desempenho energético operacional, índices mínimos de equipamentos e incentivo a prédios de baixo consumo.

5.3.12. Comentários sobre interdependência com outro setor

Correlaciona-se com os estudos 4. Setor Público. 6. Financiamento e 7. Índices mínimos.

5.3.13. Matriz SWOT (Forças, oportunidades, fraquezas e ameaças)

Tabela 5-19. Matriz SWOT da Ação A3

FORÇAS	OPORTUNIDADES
• Utilizará a estrutura institucional existente de etiquetagem; • Integração de normas técnicas, desempenho energético e etiquetagem; • Pode ser aplicado em diferentes níveis nos municípios.	• Valorização de empreendimentos de alto desempenho energético; • Oportunidade de integração com o Código do Consumidor; • Oportunidade de criação de um banco de dados.
FRAQUEZAS	**AMEAÇAS**
• Falta de divulgação; • Falta de estruturas de fiscalização; • Desconhecimento dos benefícios da medida por tomadores de decisão, empreendedores e usuários; • Alto custo de emissão de etiqueta.	• Adesão voluntária baixa; • Ausência de organismos acreditados suficientes para atender o mercado atual e futuro.

5.3.14. Comentários sobre MRV

O MRV global já está contemplado no MRV das ações de etiquetagem e índices mínimos, que serão as ferramentas de implementação.

Porém, uma MRV adicional ao nível do município, utilizando estes dados, poderia formar parte do inventário de GEEs do município e complementar outros programas de sustentabilidade. Algumas informações importantes especificamente para essa medida estão listados abaixo.

- Monitorar a quantidade de municípios que adotaram o novo Código de Obras por ano .
- Seguindo os conceitos do Departamento de Energia dos EUA, fazer a análise de Data Efetiva do Código, na qual os municípios são classificados em 4 categorias de acordo com o tempo de efetividade de adoção do código : a. Pontual, quando um município adota o novo código dentro de 1 ano ; b. Médio – Devagar, quando a adotação efetiva ocorre em 4 anos ; c. Muito lento : quando o tempo de adoção é de 7anos ; d. Não- aplicáveis, ou seja, Municípios nos quais não existe um código de obras e não tem reforço de legislação ou com relação mínima com os parâmetros adotados.
- As economias podem ser calculadas fazendo a diferença de EUI (kWh/m²/ano) antes e depois da implementação do código.

Para verificação da efetividade real da medida é necessário considerar também os seguintes passos :

- **Passo 1 :** Criar um checklist de avaliação de atendimento aos requisitos de eficiência energética do novo Código de Obras. O Building Energy Codes Program dos Estados Unidos, por exemplo, oferece modelos de checklist e ferramentas no site : https://www.energycodes.gov/compliance.
- **Passo 2 :** Com o checklist pronto, determinar quais edifícios serão inspecionados. É recomendável fazer uma avaliação estatística representativa, em termos de uso, área, localização e zona climática, para cada uma das categorias : edifício residencial novo, edifício público novo, edifício comercial novo, retrofit de edifício residencial, retrofit de edifício público novo e retrofit de edifício comercial.

- **Passo 3 :** Realizar visitas de avaliação em campo. As visitas devem ser realizadas por uma terceira parte neutra, com profissional qualificado, sendo necessário a realização de treinamentos para padronização da metodologia e capacitação.
- **Passo 4 :** Analisar os dados municipais e estaduais. Criar uma métrica de atendimento de acordo com os dados unitários das edificações e população. Fazer uma correlação entre a porcentagem de atendimento obtido com a classificação energética da etiqueta do PBE Edifica.

Mais informações podem ser obtidas no documento de Medição de atendicmento ao Código Energético dos EUA. (US DEPARTMENT OF ENERGY, 2010)

5.4. B1: Possibilitar a adoção de benchmarking e avaliação de desempenho energético operacional (DEO)

- Desenvolver novos benchmarks de DEO;
- Incorporar benchmarks e criar uma ferramenta unificada e robusta;
- Desenvolver um processo de certificação de desempenho energético operacional, com qualificação de pessoas e processos de garantia de qualidade.

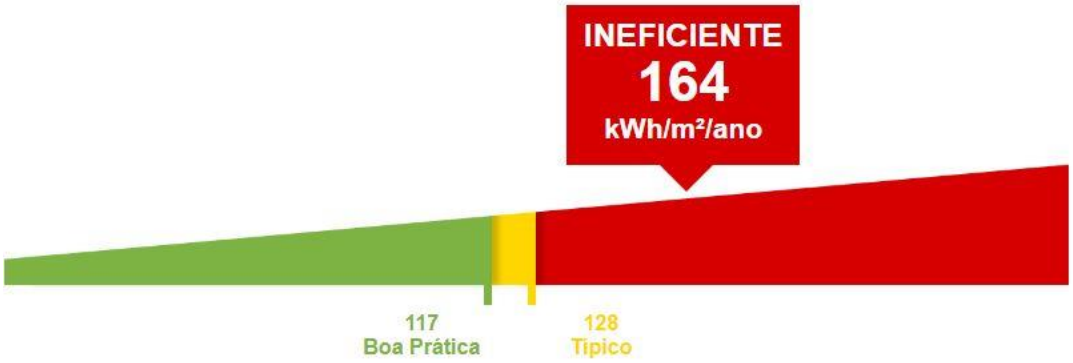
5.4.1. Importância

Um dos benefícios da utilização do Benchmarking é facilitar o acesso à informação para clientes finais, proprietários, e gerentes de operação, auxiliando no processo de compra e gestão energética das edificações e criando oportunidades de reconhecimento público para edificações de alta performance energética. Através do seu uso é possível:

- Visualizar o consumo real da edificação no cenário geral do mercado;
- Comparar seu desempenho com outras edificações de usos semelhantes no mercado brasileiro;
- Identificar metas próprias e reduzir o consumo, com ganhos econômicos para usuários e proprietários;
- Realizar projetos e ações de eficiência energética e monitorar os impactos;
- Auxiliar na gestão energética de edifícios e de portfólios;

Os resultados obtidos na ferramenta indicam o nível de eficiência energética da edificação em análise, que pode estar dentro da faixa típica de consumo, ineficiente ou de boa prática, tal como ilustra a Figura 5-11, resultante do uso do benchmarking energético para edifícios públicos de administração:

Figura 5-11. Exemplo de classificação de um edifício público de administração na ferramenta de Benchmarking.



5.4.2. Critérios qualitativos da medida para o Plano de Ação

Índices de desempenho energético operacional formam a base de todos os programas de eficiência em edificações existentes. As ferramentas possibilitam ao Governo e entidades privadas realizar uma gestão estratégica de recursos e investimentos, avaliando o desempenho energético de edificações existentes, definindo metas de redução, e indicando pontos de melhorias possíveis.

São resultados numéricos mensuráveis, que podem ser monitorados e acompanhados ano a ano.

Em uma edificação individual, é uma ferramenta que pode ser utilizada nos seguintes processos:

- Auxiliar o Plano de Gestão Energética do edifício;
- Definir metas de desempenho personalizadas;
- Fazer o acompanhamento do desempenho energético anual;
- Verificar os resultados de implementação de medidas de eficiência energética e melhorias realizadas;
- Em caso de edifícios ineficientes, fazer um diagnóstico energético para identificar as medidas com melhor custo-benefício.

Em um portfólio de edificações, é possível:

- Realizar a gestão energética em uma amostragem de edificações públicas;
- Identificar quais são os edifícios com melhor desempenho e os com pior avaliação;
- Fazer um planejamento estratégico e direcionar recursos e investimentos;
- Estabelecer políticas e metas de desempenho. Ex: atingir o nível “Típico” ou “Boas práticas”, premiação ou bonificação de edifícios mais eficientes que a meta.

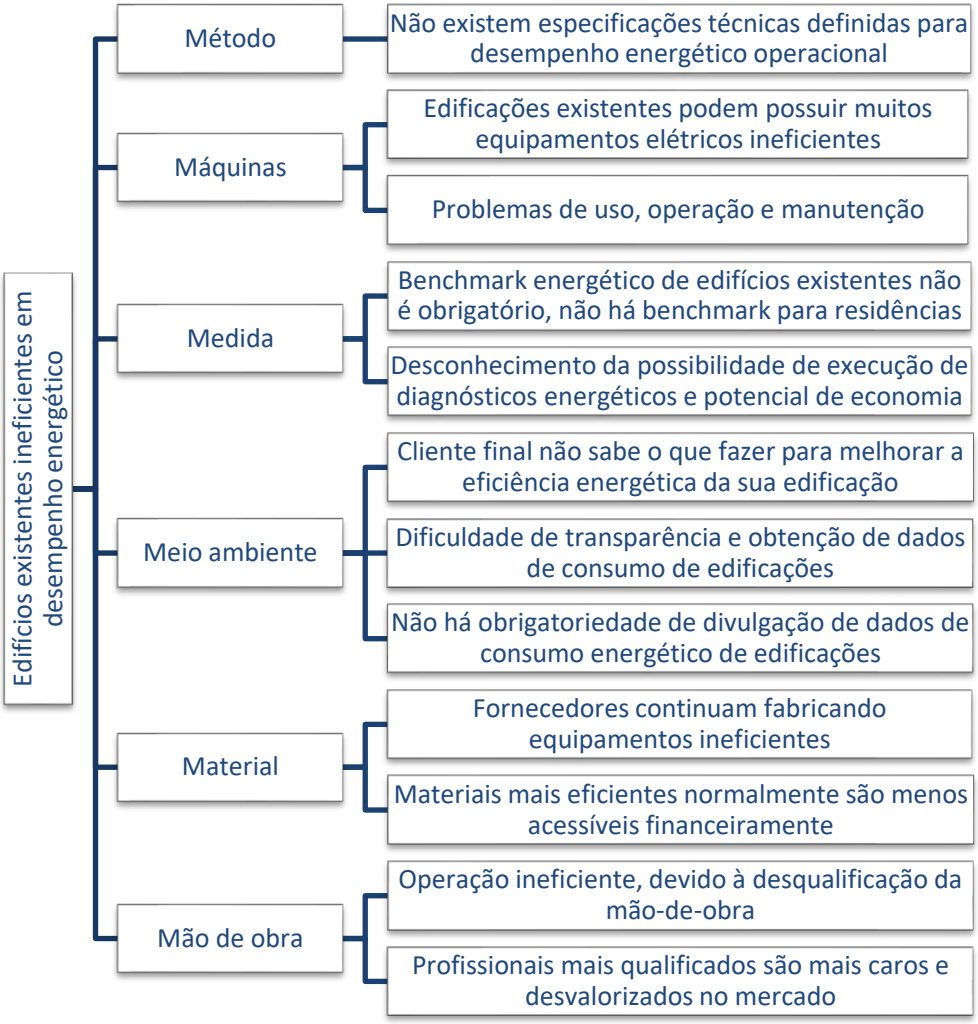
5.4.3. Público alvo a ser atingido

Edifícios existentes, públicos, comerciais e residenciais, proprietários, gerentes de operação e usuário final.

5.4.4. Modelo de Causa-Efeito

O modelo de causa e efeito apresentado na Figura 5.11 é baseado na metodologia de Ishikawa[12]:

Figura 5-12. Modelo de Causa e Efeito para baixo desempenho energético de edificações existentes (desenvolvimento próprio).



5.4.5. Principais atores

Dentre os principais atores, destacam-se:

- Governo, Eletrobrás, Procel, Ministério do Meio Ambiente, Ministério de Minas e Energia, Ministério de Planejamento e Gestão, Conselho Brasileiro de Construção Sustentável.

[12] Diagrama de causa e efeito proposto por Dr. Karou Ishikawa em 1943, considera as causas dos problemas por 6 meios: método, máquina, medida, meio ambiente, mão-de-obra e material.

5.4.6. Estratégias de implantação

- Desenvolver benchmarks para outras tipologias de edificações (Conforme o CBCS, as 15 tipologias que possuem mais representatividade no mercado em termos quantitativos e de intensidade de uso energético, além do seu potencial para utilização de benchmarks para redução de consumo, são: agências bancárias, hotéis grandes (resorts), hotéis médios, hotéis pequenos (pousadas), shopping centers, supermercados, comércios de varejo, comércios pequenos, restaurantes, escolas de ensino infantil, escolas de ensino fundamental e médio, universidades e instituições de ensino técnico, hospitais, postos de saúde e assistência social e data centers);
- Com base nos dados, resultados e aprendizados, elaborar uma ferramenta robusta e de fácil utilização para cálculo online e definição do nível típico de consumo (equivalente ao *Energy Star Portfolio Manage*r);
- Fazer cursos de divulgação e capacitação sobre uso das ferramentas de *benchmarking* e processos de gestão energética;
- Fazer a revisão periódica das métricas e metodologias utilizadas;
- Desenvolver procedimentos de certificação de desempenho energético operacional (DEO) com base na avaliação dos benchmarks, a serem implementados de forma complementar à etiquetagem PBE Edifica (com calibragem dos níveis de desempenho);
- Implementar certificação obrigatória DEO em edifícios públicos de forma gradativa, com *display* dos certificados num lugar de alta visibilidade na entrada do edifício;
- Fortalecer o uso da certificação DEO de forma voluntária por municípios e empresas privadas, e vinculá-la a programas de subsídio (como IPTU verde, por exemplo).

5.4.7. Estimativa de economia energética

Calculado junto com a medida B2 – Ver Seção 5.5.9.

5.4.8. Potenciais barreiras

As potenciais barreiras da ação B1 são apresentadas na Tabela 5-20.

Tabela 5-20. Potenciais barreiras e soluções - Ação B1: Benchmarking e DEO

	Potencial Barreira	Como superá-la
1.	Desconhecimento sobre o assunto, não se sabe o que é um benchmarking	Treinamentos e capacitações abertos ao público, produzir materiais de suporte, divulgação
2.	Baixa adesão voluntária	Gerar maior visibilidade para a ferramenta e publicar os benefícios; tornar a certificação obrigatória gradativamente em algumas áreas
3.	Motivação não é clara para gestores e proprietários	Mostrar resultados de economias com aplicação da gestão energética utilizando benchmarks
4.	Não saber o que fazer com os dados gerados pelo benchmark	Promover capacitações explicando os usos da ferramenta e como utilizar para fazer uma gestão energética
5.	Baixa qualidade de dados fornecidos	Inserir procedimentos de garantia de qualidade para o processo de certificação (por exemplo, comprovação técnica por um profissional especializado que fará a verificação dos dados inseridos).
6.	Falta de tempo e/ou inexistência de recursos alocados para eficiência energética	Promover reconhecimento dos benefícios da gestão energética e oferecer capacitação profissional para gestores de *facilities*. Priorizar aplicação em edifícios ou portfólios grandes que contam com equipes dedicadas de gestão.

	Potencial Barreira	Como superá-la
7.	Falta de recursos para criação de novos benchmarks	Procurar investimentos nacionais (PROCEL) ou fundos internacionais.

5.4.9. Custo

Considerado com a medida B2 – Ver Seção 5.5.11.

5.4.10. Comentários sobre interdependência do setor

Esta medida está relacionada com o Item 5.5 - Diagnósticos energéticos e *retrofits*, porque o Benchmarking energético possibilita identificar quais são os edifícios ineficientes que precisam de auditoria energética. A medida também está relacionada com o Item 5 - Índices mínimos de equipamentos, pois com equipamentos mais eficientes o consumo específico dos edifícios se reduz, portanto, o resultado do indicador de desempenho da plataforma de benchmarking melhora. Os itens 6. Incentivo a prédios de baixo consumo, e item 7.1 Programa de capacitação, também são medidas que contribuem para a melhoria de classificação no benchmarking.

5.4.11. Comentários sobre interdependência com outro setor

Relacionada aos estudos 4. Setor Público já que oferece informações estratégicas para a gestão energética de edificações públicas, e Estudo 6. Financiamento, já que para o desenvolvimento de benchmarks para outras tipologias, será necessário investir recursos. Os resultados do uso de benchmarking energético em edificações também poderia ser a base para oferecer incentivos fiscais, como programas de IPTU verde, para as edificações classificadas como eficientes.

5.4.12. Matriz SWOT (Forças, oportunidades, fraquezas e ameaças)

Tabela 5-21. Matriz SWOT para Ação B1 - Benchmarking e DEO

Forças	**Oportunidades**
• Já existem algumas plataformas nacionais disponíveis e calibradas; • Ferramenta institucional forte e objetiva para controle e gestão energética de edificações existentes • Permite saber o nível de eficiência dos edifícios • Pode ser usado como ferramenta para definição de planos energéticos e metas	• Benchmarking nacional para diferentes tipologias • Identificar edifícios com anomalias de consumo dentro do portfólio de edificações • Oportunidade de atuar com a redução de consumo em prédios existentes. • Edificações ineficientes serão incentivadas a buscar a eficiência energética.
Fraquezas	**Ameaças**
• Desconhecimento sobre a existência e o uso da ferramenta • A ferramenta precisa ser utilizada corretamente para não gerar resultados enganosos • Precisa criar um banco de dados de cada tipologia, isso envolve solicitação de dados e análises	• Adesão voluntária baixa • Problemas para obter financiamento • Baixa divulgação • Não reconhecimento de edificações com alto desempenho energético

5.4.13. Comentários sobre MRV

Segundo a metodologia utilizada pelo Departamento de energia dos EUA (US DEPARTMENT OF ENERGY, 2015), a avaliação de impacto da medida pode ser avaliada considerando os seguintes fatores:

#	Impacto	Descrição	Como calcular
1.	**Indicadores de impacto no mercado**	Indicador de Transformação do Mercado (ITM) desenvolvido para identificar o progresso dos resultados no tempo	• Analisar a infraestrutura do mercado e suas mudanças; • Analisar a sustentabilidade dos impactos políticos após a obrigatoriedade; • Identificar marcos importantes de indicadores de sucesso da política; • Analisar o ITM através de entrevistas com setores do mercado e pesquisas online.
2.	**Impactos em energia bruta (Gross energy impacts)**	Avaliação dos dados registrados na plataforma de Benchmarking para identificação dos impactos	• Analisar a interatividade de consumo energético específico (EUI), com a criação de um baseline, grupos de controle e cálculo das diferenças de consumo entre os anos. • Análise aprofundada da interatividade dos resultados em EUI.
3.	**Impacto em energia líquida (Net energy impacts)**	Atribuição de economias através da implementação de políticas de eficiência energética e programas que têm como objetivo o mesmo setor de edificações	• Criar um registro histórico; • Criar um painel de discussões de especialistas (médio e longo prazo); • Desenvolver análises experimentais para estimar os impactos líquidos através de modelos de regressão.
4.	**Impactos indiretos**	Redução de gases de efeito estufa (GEE) Criação de empregos Aumento do valor do imóvel	• Calcular a quantidade de redução de emissões de gases de efeito estufa; • Calcular a criação de empregos diretos, indiretos e induzidos; • Fazer a análise comparativa da venda de imóveis.

Para cálculo dos impactos energéticos (itens 2 e 3 da tabela acima) é importante estabelecer primeiramente um baseline, ou seja, a criação de uma linha de base que mostra o cenário do que teria acontecido se o Benchmarking não tivesse sido implementado, que também pode ser o primeiro ano de implementação da ferramenta.

Para a criação desse cenário, é recomendável escolher uma amostra de edificações semelhantes e subdividir em 2 grupos: um Grupo Controle, que não foram submetidos à ferramenta, e o Grupo Teste, que implementaram a ferramenta.

A análise de interatividade de consumo energético específico (EUI) para quantificação dos **Impactos de energia bruta** pode ser calculada através dos dados coletados na plataforma da seguinte forma, para cada tipologia:

1. Separar os dados das edificações que compilaram dados em 2 anos consecutivos (Ano 1 e Ano 2).
2. Retirar os dados anômalos e duplicatas da amostra.
3. Calcular a variação e economia de EUI entre os Anos 1 e 2 para cada edificação.
4. Multiplicar essa variação pela área útil (m²) de cada edificação.
5. Somar as economias obtidas de todas as edificações.

Equação 1 – Cálculo do Impacto de energia bruta

$$Economia\ de\ energia\ bruta\ (kWh/ano) = (EUI_{Ano1} - EUI_{Ano2})*Área\ útil\ (m^2)$$

Para ajuste dos cálculos é necessário considerar os fatores que poderão causar erro nos resultados: mistura de edificações, variação da área por tipologia, e correção climática. No primeiro caso, deve-se garantir que a os edifícios comparados nos Anos 1 e 2 sejam os mesmos através do endereço ou algum número de identificação; no segundo caso, para representar a contribuição de cada tipologia na soma total, é importante calcular o EUI médio para cada tipologia de cada ano por ano, através de uma média ponderada por m², dessa forma edificações maiores terão maior influência na energia bruta do que os menores; e no terceiro caso, é recomendável verificar a flutuação climática a cada ano e considerar seus impactos no consumo, aplicando uma taxa de correção.

Equação 2 – EUI médio por segmento de edificação "x" no Ano "z" , sendo que "i" representa um único edifício.

$$EUI_{x,\ ano\ z} = \sum^{n}_{i=1} (EUI_{i,z} * Área\ útil_{i,z} / Área\ útil\ total_x)$$

Equação 3 – Impacto de energia bruta média para todas os tipos de edificações nos Ano "z" e Ano "z+1", sendo "x" cada segmento de edificação e "X" todos os segmentos de edificações.

$$Impacto\ de\ energia\ bruta = \sum^{X}_{x=1} (EUI_{x,z} - EUI_{x,z+1}) * Área\ útil_x / Área\ útil\ total_x)$$

Equação 4 – Impacto de energia bruta média ao longo do tempo avaliado.

$$Impacto\ de\ energia\ bruta_{Ano1-Ano3} = Impacto\ de\ energia\ bruta_{Ano1-Ano2} + Impacto\ de\ energia\ bruta_{Ano2-Ano3}$$

Para mais informações consulte o Manual de Benchmarking e Transparência do DOE.

5.5. B2: Diagnósticos energéticos e *retrofits*

5.5.1. Objetivo

- Aumento do uso de diagnósticos energéticos e retrocomissionamento (em edifícios grandes) para avaliar desempenho e direcionar a correção da operação e implementação de melhorias.
- Provisão de ferramentas de avaliação automatizada para edifícios pequenos
- Facilitação do planejamento e realização de *retrofits* eficientes

5.5.2. Importância

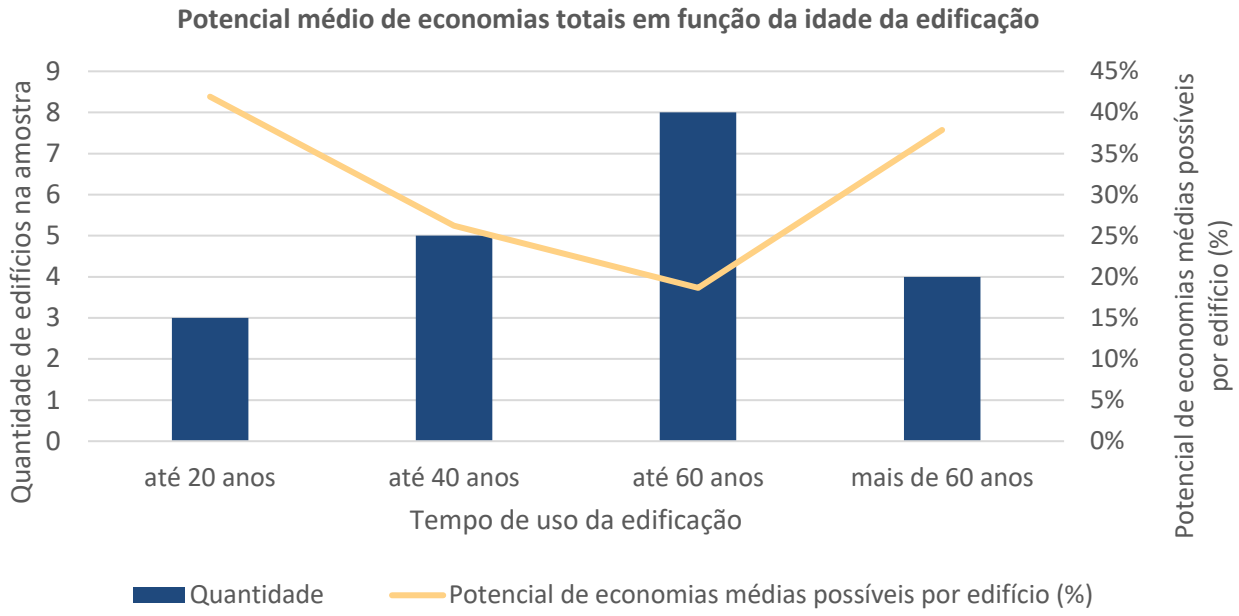
Diagnósticos energéticos são importantes pois, principalmente em grandes edificações, existe um grande potencial de economia apenas com medidas de zero e baixo custo, que são, na maioria dos casos, fatores operacionais, de gestão energética e manutenção de sistemas, que podem ser identificadas facilmente através do diagnóstico energético. Ou seja, mesmo sem a realização de *retrofits*, que incide em um custo de investimento, há potenciais de redução de consumo elétrico imediatos.

Tal fato é decorrente da diferença entre eficiência em fase de projeto e eficiência operacional, que envolve a interação humana em toda a vida útil da edificação, ou seja, é necessário implantar um processo contínuo de gestão energética das edificações para melhorar e manter os níveis de desempenho.

Através do diagnóstico energético, é realizada uma análise detalhada do uso de energia na edificação e são propostas medidas de eficiência energética para melhorar o desempenho do edifício, com valores calculados de economias anuais de consumo, economias financeiras e tempo de retorno do investimento *(payback)*. Esses resultados auxiliam os planejamentos a curto, médio e longo prazo, destacando as ações prioritárias para tomadores de decisão, para melhorar o nível de eficiência energética. Além disso, através de diagnósticos, também é possível ver questões de conservação de energia, saúde, segurança e conforto dos usuários.

A figura abaixo, realizada com base em dados de diagnósticos energético realizados em 20 edifícios públicos, mostra que mesmo em edificações novas, existe um grande potencial de economia, muito em função do despreparo na operação de novas edificações. Já dos 40 aos 60 anos de operação, é a época em que normalmente ocorrem os *retrofits*, reduzindo, portanto, as economias possíveis. Cabe destacar que após os 60 anos as ineficiências tendem a aumentar, o que evidencia a necessidade de monitoramento e gestão constante do desempenho energético da edificação.

Figura 5-13. Potencial médio de economia com diagnósticos energéticos em função da idade da edificação. Fonte: elaboração própria com dados do CBCS, 2018.



5.5.3. Critérios qualitativos da seleção da Medida para o Plano de Ação

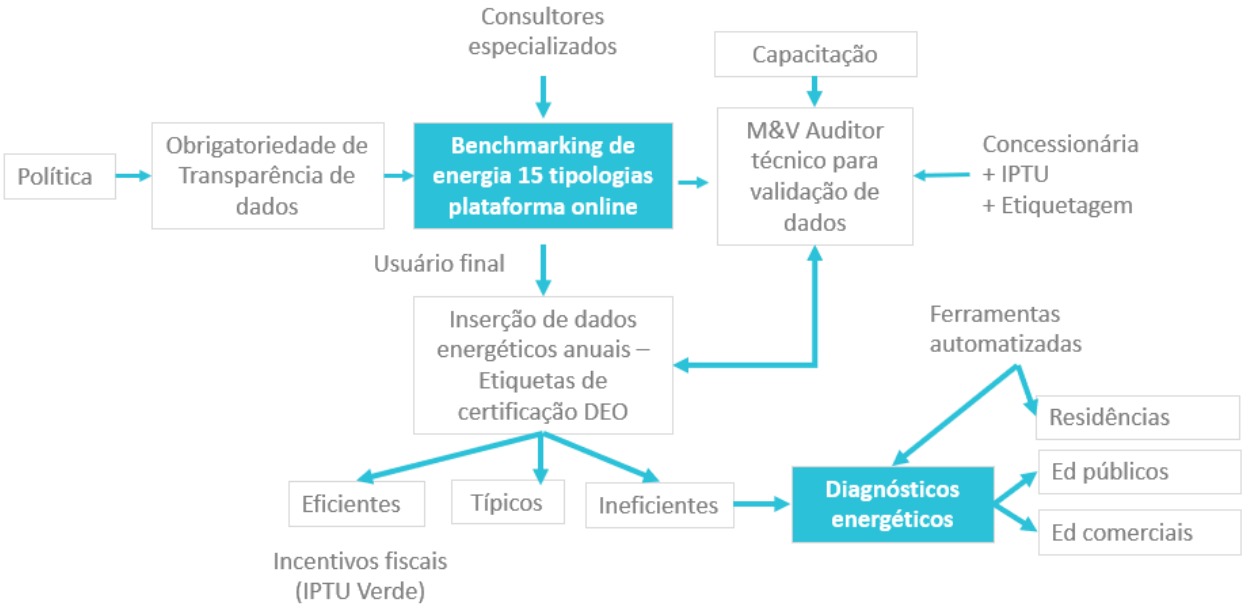
Essa medida traz benefícios à gestão energética de edificações, atuando diretamente no usuário final e impactando na edificação. Medidas de zero custo de implementação, como campanhas de conscientização e mudança na operação e gestão das edificações, podem trazer economias na faixa de 15% do consumo elétrico anual (MITSIDI, 2018).

5.5.4. Público alvo a ser atingido

Governo, proprietários de imóveis, administração da edificação, equipe de *facilities*, usuário.

5.5.5. Modelo de implementação

Figura 5-14. Esquema de implementação da medida B1 e B2. Fonte: elaborado pelo autor, 2018.



5.5.6. Principais atores

Governo, Eletrobrás, Procel, prefeituras, consultores da área, ABRAVA, Ministério de Minas e Energia, Ministério do Meio Ambiente, CBCS.

5.5.7. Estratégias de implantação

- Promoção de diagnósticos energéticos voluntários;
- Capacitação de profissionais no mercado para a realização dos diagnósticos energéticos;
- Desenvolvimento e publicação de ferramentas;
- Publicação de pilotos, estudos de caso e referências;
- Ter empresas de consultorias e profissionais acreditados;
- Ver a possibilidade de criar uma equipe interna do governo para realizar os diagnósticos energéticos em edifícios públicos;
- Definir escopo e metodologia das auditorias;
- Executar os diagnósticos em nível nacional, com enfoque nos edifícios públicos e comerciais acima de 1.000 m² de área construída;
- Para o setor residencial, devido à simplicidade, quantidade e elevado grau de replicabilidade das edificações, é recomendável que os diagnósticos sejam realizados pelos próprios usuários através de ferramentas de diagnósticos automatizados gratuitos, com campanhas de divulgação de massa e incentivos em taxas, como uma redução no IPTU; é necessário que haja uma diferenciação para as diferentes classes socioeconômicas, sendo o público alvo, a faixa de média e alta renda, sendo esperado que o rigor e os incentivos sejam proporcionais ao consumo específico (kWh/m²/ano);

- A realização dos diagnósticos em edifícios públicos e comerciais pode ser realizada através de investimentos do PROCEL e através de serviços de ESCOs e consultorias especializadas, para edifícios públicos;
- Fornecer subsídios para implementação de medidas de médio e alto custo com investimentos oferecidos pelo PEE da ANEEL e PROCEL;
- Fazer o monitoramento da implementação e resultados através da plataforma de benchmarking anualmente;
- Refazer as auditorias energéticas a cada 4 ou 5 anos, para manter os resultados e ver novas necessidades.

5.5.8. Estimativa de economia energética

A metodologia de cálculo e as fontes utilizadas são as mesmas apresentadas no Item 3. – Metodologia do estudo

A quantificação das medidas A4 e A5 será realizada em conjunto já que estão correlacionadas. Para as análises quantitativas foram utilizados como base os estudos realizados em 2015/2017 pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), PNUD, Ministério do meio Ambiente, dentro do Projeto 3E de Transformação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil, nos quais foram criados, junto com outras entidades o Benchmarking de prédios públicos administrativos.

Com base nos resultados da auditoria energética realizada em 20 edifícios públicos representativos do Brasil, obteve-se os seguintes resultados através do benchmarking:

Figura 5-15. Universo de análise de edifícios públicos administrativos. Fonte: elaboração própria com base nos dados do CBCS, 2018.

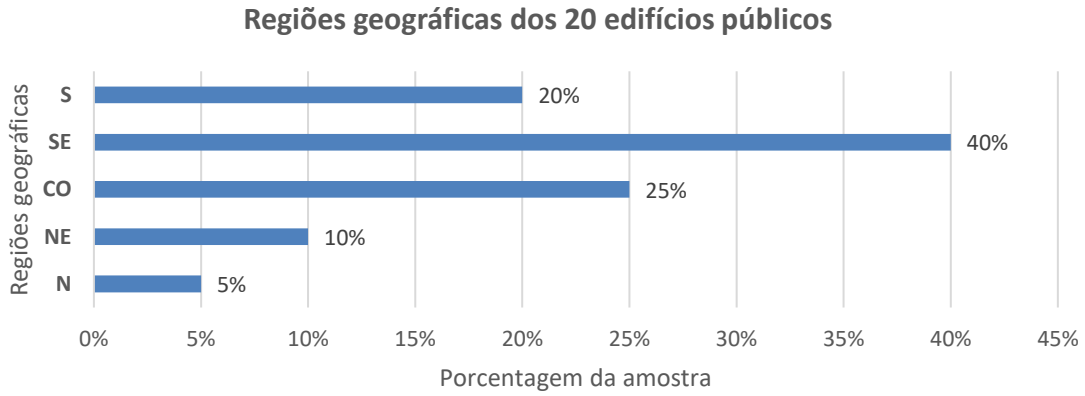
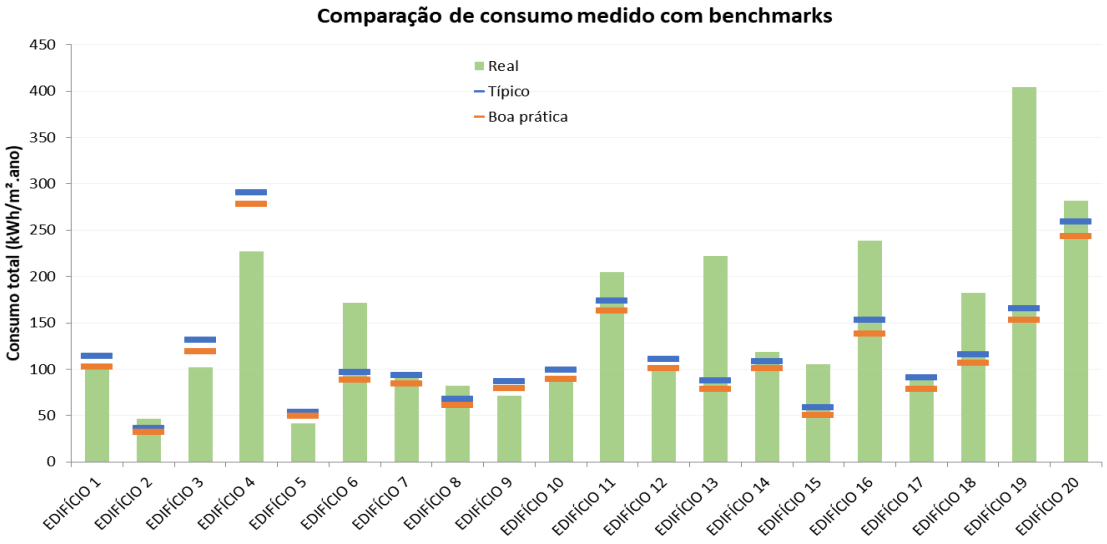


Figura 5-16. Resultado do benchmarking de energia dos 20 edifícios públicos. Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CBCS, 2017.



O resultado mostrou que 35% dos edifícios estão no nível típico ou eficiente e 65% dos edifícios são ineficientes.

Após a realização dos diagnósticos energéticos, obteve-se, que em média há um potencial de economia de consumo totais de 28%, sendo 18% apenas com medidas de zero ou baixo custo (investimentos de até R$1.000,00) (Tabela 5-22).

Tabela 5-22. Potencial de economia com medidas de zero custo

Edifícios públicos	Potencial de economias com medidas de zero custo (%)	Potencial de economia total (%)
P1	27%	32%
P2	23%	31%
P3	18%	29%
P4	4%	28%
P5	59%	71%
P6	3%	12%
P7	19%	32%
P8	7%	15%
P9	50%	53%
P10	9%	21%
P11	10%	11%
P12	8%	10%
P13	18%	31%
P14	19%	20%
P15	17%	25%
P16	4%	15%
P17	18%	23%
P18	46%	42%
P19	4%	42%
P20	5%	14%
MÉDIA	**18%**	**28%**

Dados de diagnósticos realizados em edificações comerciais de escritório no NE e SE, mostraram que do universo analisado, existe um potencial de economias de 13% com medidas de zero e baixo custo, que consiste basicamente em medidas operacionais, e 25% de economias totais com medidas de médio e alto custo, que incluem investimentos financeiros, como a compra de novos equipamentos e *retrofits*, retrocomissionamento, entre outros (MITSIDI, 2018).

Figura 5-17. Amostragem de 8 edifícios comerciais por região geográfica. Fonte: Elaboração própria, 2018.

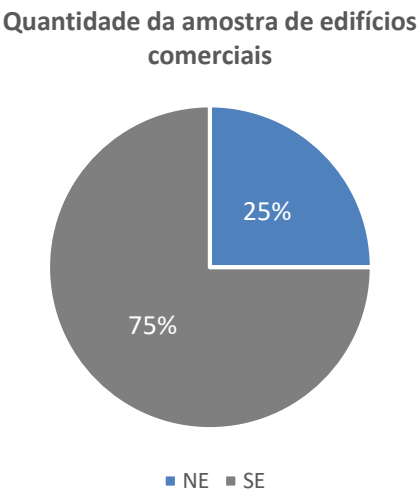


Tabela 5-23. Potencial de economia com medidas de eficiência energética em edifícios comerciais. Fonte: Mitsidi Projetos, 2018.

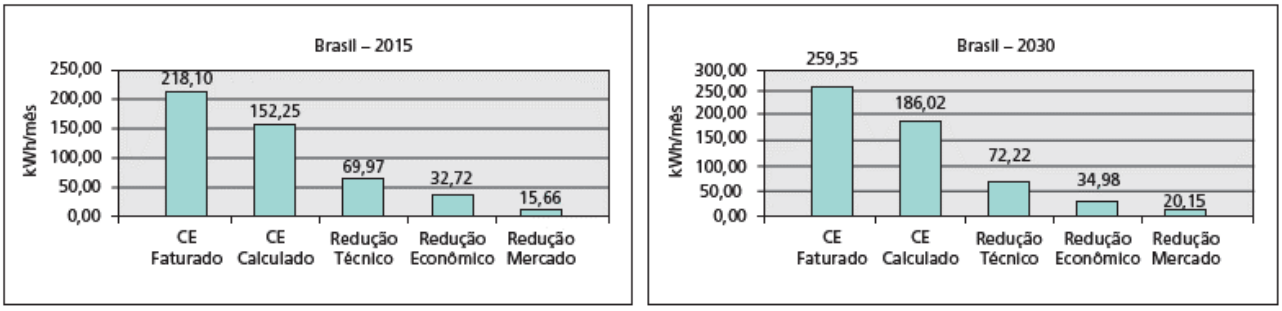
Edifícios comerciais	Potencial de economias de zero custo (%)	Potencial de economias totais (%)
C1	15%	35%
C2	9%	15%
C3	7%	23%
C4	8%	35%
C5	8%	30%
C6	2%	4%
C7	4%	4%
C8	53%	58%
MÉDIA	**13%**	**25%**

Cabe destacar que tanto para edifícios comerciais quanto para os públicos a medida de inserção de painéis fotovoltaicos não foi considerada. Isso porque a medida não resulta na otimização do consumo elétrico da edificação em si, mas é uma fonte alternativa de geração energia.

O potencial de economia total é a soma de todas as medidas de eficiência energética. A fim de corrigir efeitos de sobreposição e interações entre as medidas, já que pode haver medidas de eficiência energética que afetam outras, foi considerado um fator de 0,7 nos cálculos finais de potencial.

Já para o setor residencial, os cálculos de economia foram baseados na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso, simulação de potenciais de eficiência energética para a classe residencial, a partir de dados coletados pela PUC-Rio em 2005, foram encontrados os seguintes valores de economia de 2015 a 2030:

Figura 5-18.Potenciais de conservação de energia elétrica de cada uso principal por cenário. Dados da PUC-Rio,2005.



Para atualização de dados de residências e criação de indicadores nas demais tipologias, é necessário criar um banco de dados e desenvolver uma plataforma de benchmarking de energia, sendo necessárias análises de consumo elétrico anual e por uso final, e a realização de diagnósticos energéticos escaláveis para obter o potencial de economia.

A seguir são apresentados os resultados referentes ao Simulador de Potenciais de Eficiência Energética, do mesmo estudo, elaborado pelo PPE/COPPE/UFRJ para avaliar os diferentes potenciais de conservação de energia elétrica. O cenário 2 do estudo apresentado foi adotado como base para estimar o potencial de economia no setor residencial.

Cenário 2: economias de 3 a 40% nas residências do Brasil segundo consta o resultado, porém o potencial de economia adotado nos cálculos quantitativos da medida foi de 5 a 30% após usar um fator de correção, devido ao banimento das lâmpadas incandescentes, aumento de uso de fluorescentes tubulares e LEDs e aumento de uso e aquisição de ar condicionado em residências, e existência de equipamentos mais eficientes no mercado, desde 2005.

Figura 5-19. Potencial de economia em energia elétrica em residências, nas diferentes regiões geográficas. Fonte: Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, 2005.

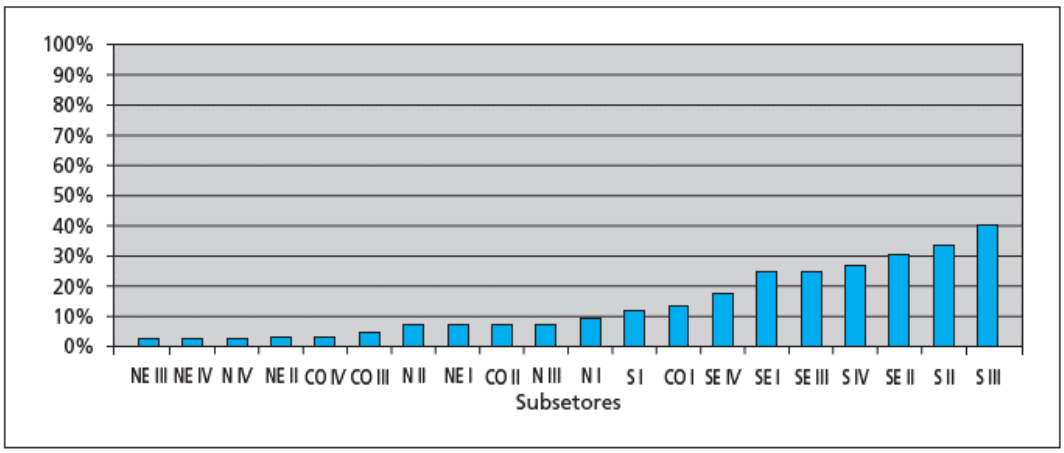


Figura 5-20. Potenciais de conservação de energia elétrica de cada uso principal/equipamento no cenário 2, subsetor e região do Brasil, para o ano de 2030. Fonte: Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, 2005

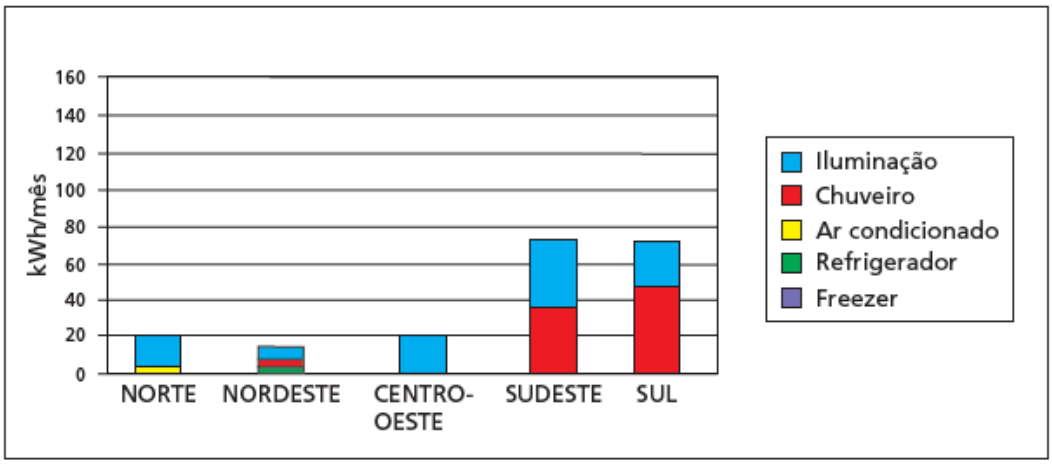
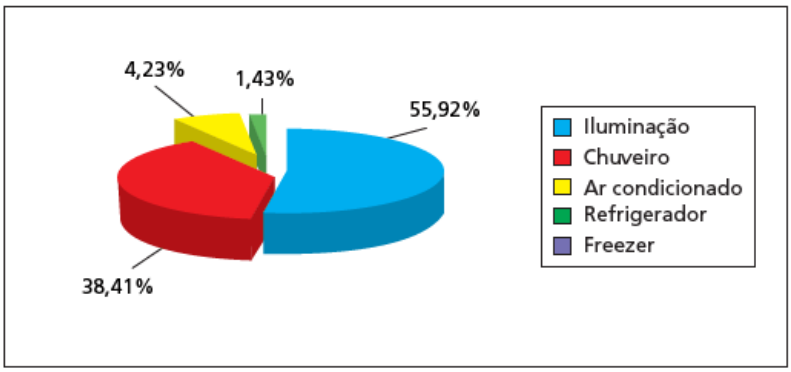


Figura 5-21.Participação de cada uso principal/equipamento no potencial de conservação de energia elétrica, no cenário 2 para o Brasil agregado, para o ano de 2030. Fonte: Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, 2005.



É importante frisar que as informações e banco de dados utilizados, que datam de 2005, são dados que podem estar desatualizados, e os dados de consumo por uso final podem ser diferentes no cenário atual, 2018, principalmente em relação ao aumento de aquisição e consumo de ar condicionado nas residências. Portanto, é necessário refazer os estudos para entender o perfil atual de consumo elétrico em cada região do país em 2018 e estimar o novo potencial de economia.

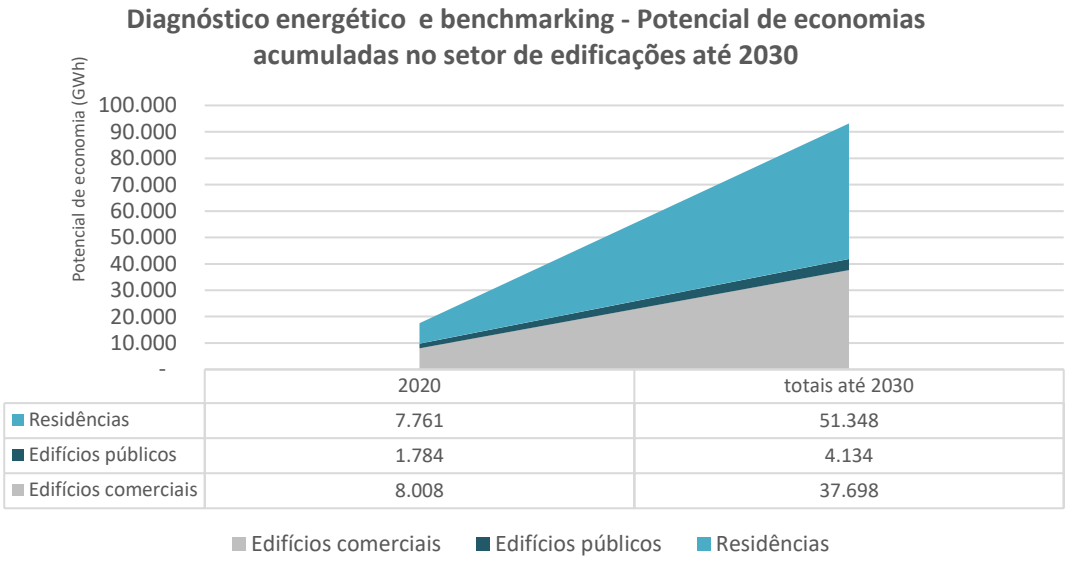
Resultados:

Com base nos cálculos realizados, e premissas adotadas, até o ano de 2030, o potencial de economia com *benchmarking*, diagnósticos energéticos, e *retrofits* em edificações é de 93.180 GWh totais. Como resultado, nota-se que as residências possuem o maior potencial de economia (55%), devido à quantidade de edificações existentes, seguido pelo setor comercial com 40% das economias totais e 4% do setor público. A Figura 5-22 apresenta o potencial de economias acumuladas.

Tabela 5-24. Quantidade e consumo elétrico das edificações em 2018. Fonte: elaborado pela Mitsidi, a partir de dados da EPE.

Edificações	Quantidade total em 2018	Qtid %	Consumo elétrico total em 2018 (GWh)	Consumo %
Públicos	196.315	3%	15.039	14%
Comerciais	6.288.901	97%	89.912	86%
TOTAL	**6.485.216**	100%	**144.951**	100%

Figura 5-22. Potencial de economias acumuladas até 2030. Fonte: elaboração própria, 2018.



Para a implantação das medidas, foram considerados 2 anos de planejamento e preparação institucional, técnica e de recursos, antes do início efetivo (2018 a 2020), ou seja, a medida começa a ser executada a partir de 2020.

Tabela 5-25. Premissas e resultados da implementação das ações B1 e B2

	VARIÁVEIS E RESULTADOS	
Edifícios Públicos 2020-2030	• Quantidade de edifícios públicos totais: 196.315 em 2018 • Consumo por edifício: 76.606 kWh/ano • Quantidade de reformas: 5% ao ano • Quantidade de novos edifícios: +1,7% a.a. • Economia imediatas com MEEs de zero e baixo custo: 18%, implementadas de 2020 a 2025. • Economia com MEEs de médio e alto custo, que incluem reformas: 28%, implementadas de 2025 a 2030. • Taxa de ineficiência dos edifícios atuais: 65% • Total de diagnósticos necessários no ano de 2020: 26.908 • Total de diagnósticos previstos no ano de 2025: 28.325 • Periodicidade do diagnóstico a cada 5 anos. • Para novos edifícios, necessidade de diagnóstico energético após 5 anos de operação.	Economia em 2020: **1.784 GWh** Economia acumulada até 2030: **4.134 GWh**
Edifícios Comerciais 2020-2030	• Quantidade de comerciais totais: 6.288.901 em 2018 • Consumo médio por edifício: 14.297 kWh/ano • Quantidade de reformas: 5% ao ano (cada 20 anos) • Quantidade de novos edifícios: +5,5% a.a. • Economia total com diagnóstico em 10 anos: 25%. Sendo as economias imediatas com MEEs de zero e baixo custo de 13%, implementadas de 2020 a 2025 e as economias com MEEs de médio e alto custo, que incluem reformas, de 12%, implementadas de 2025 a 2030. • Taxa de ineficiência dos edifícios: 50%. • Total de diagnósticos necessários no ano de 2020: 725.074 • Total de diagnósticos previstos no ano de 2025: 766.757 • Periodicidade do diagnóstico a cada 5 anos. • Para novos edifícios, necessidade de diagnóstico energético após 5 anos de operação.	Economia em 2020: **8.008 GWh** Economia acumulada até 2030: **37.698 GWh**

VARIÁVEIS E RESULTADOS		
Edifícios Residenciais 2020-2030	• Quantidade de domicílios: 71.863.959 em 2018 • Consumo por edifício: 1.918 kWh/ano • Quantidade de novos edifícios: +1,69% a.a. (2020 a 2024), +1,53% a.a. (2025 a 2030). • Taxa de adesão atual: 0%, adesão futura: 100% • Economia imediatas com MEEs de zero e baixo custo: 5%, implementadas de 2020 a 2025. • Economia com MEEs de médio e alto custo, que incluem reformas: 30%, implementadas de 2025 a 2030. • Total de diagnósticos necessários no ano de 2020: 74.430.411. • Total de diagnósticos previstos no ano de 2030: 82.026.380. • Periodicidade do diagnóstico a cada 5 anos. • Para novos edifícios, necessidade de diagnóstico energético após 5 anos de operação.	Economia em 2020: **7.761 GWh** Economia acumulada até 2030: **51.348 GWh**

5.5.9. Potenciais barreiras

Tabela 5-26. Potenciais barreiras e soluções - Ação B2: diagnósticos energéticos.

	Potencial Barreira	Como superá-la
1.	Desconhecimento sobre o assunto e sua importância	Fazer campanhas de conscientização e divulgação e mostrar cases e resultados de diagnósticos energéticos.
2.	Inexistência de um responsável pela gestão predial do edifício	Para edifícios acima de 2.000 m², instituir a obrigatoriedade de existência de uma pessoa responsável pela gestão do edifício, sendo uma das responsabilidades a inserção dos dados anuais do edifício na plataforma de benchmarking.
3.	Falta de capacitação de profissionais para realização de diagnósticos energéticos;	Fornecer programas de capacitação e treinamento em diagnósticos energéticos para profissionais do mercado e instituir o assunto como disciplina de cursos técnicos e de universidades.
4.	Dificuldade de visualização dos resultados do diagnóstico e seus benefícios	Fazer procedimentos de medição e verificação, por indicadores de desempenho e com a comparação dos resultados anuais da plataforma de benchmarking.
5.	Dificuldade de adesão dos usuários em campanhas de conscientização e mudança de hábitos de operação e consumo	Fazer campanhas de conscientização dos usuários dentro do edifício, competição de eficiência entre andares e setores, incluir premiações e divulgação aberta dos resultados
6.	Falta de recursos financeiros para a realização de diagnósticos energéticos ou implementação de medidas	Buscar auxílio de programas do PROCEL, recursos do PEE da ANEEL e fortalecer e ampliar empresas de contratações de serviços tipo ESCOs, contratos por desempenho.

5.5.10. Custo

Para cálculo da quantidade de auditores necessários por anos foram considerados os seguintes fatores, além dos listados no item anterior:

- Periodicidade do diagnóstico a cada 5 anos.
- Para novos edifícios, necessidade de diagnóstico energético após 5 anos de operação.
- Os diagnósticos do ano de 2020, foram realizados parceladamente em 5 anos, assim como os de 2030.
- Premissa de que 1 auditor faz 46 a 61 auditorias energéticas, nível 2 da ASHRAE (2011), em 1 ano, dependendo do tamanho e complexidade da edificação (MITSIDI, 2018).

Como resultado, tem-se que para o setor público, serão necessários 585 auditores para realizar 26.908 diagnósticos energéticos em 2020, e 716 auditores para realizar 32.956 diagnósticos em 2030. Já no setor de edifícios comerciais, que abrangem mais tipologias e edificações, seriam necessários 11.886 auditores em 2020, para fazer 725.074 auditorias e 16.890 auditores em 2030 para realizar 1.030.288 auditorias.

Figura 5-23. Quantidade de auditores e edifícios públicos diagnosticados de 2020 a 2030. Fonte: Elaboração do autor, 2018.

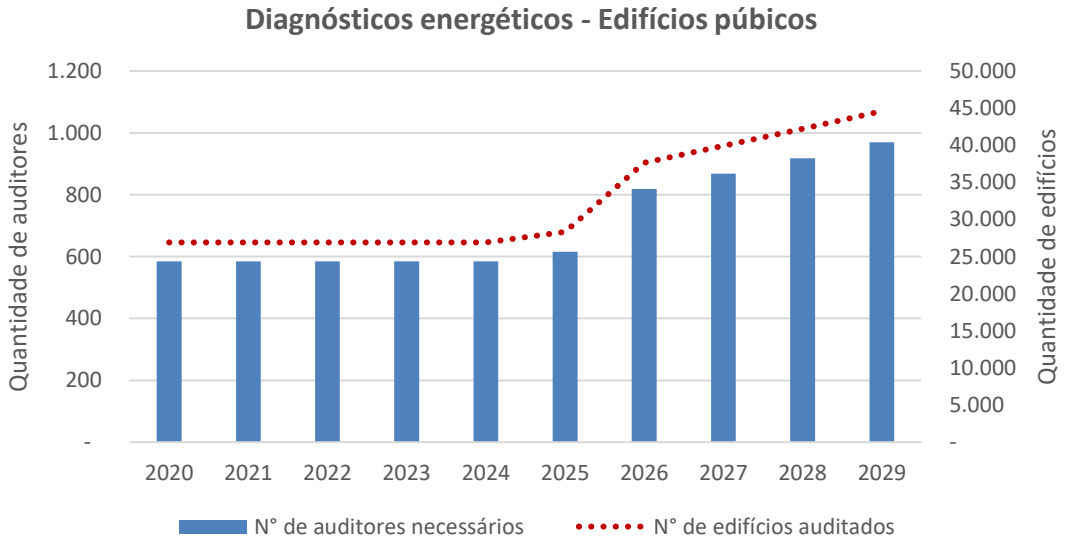
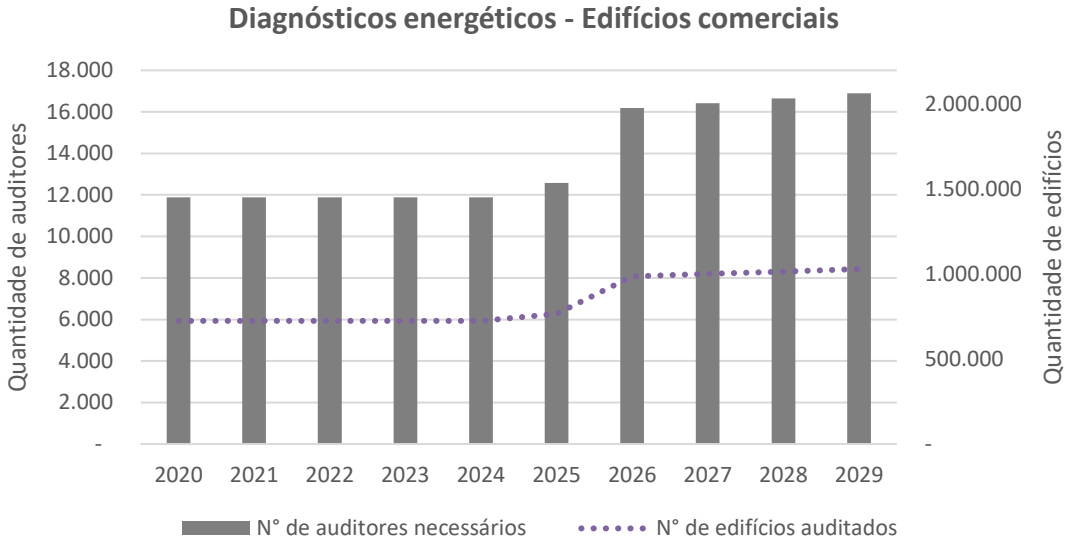


Figura 5-24. Quantidade de auditores e edifícios comerciais diagnosticados de 2020 a 2030. Fonte: Elaboração do autor, 2018.



Para o setor residencial, por ser uma área menos complexa em termos de sistemas e equipamentos, e mais escalável, recomenda-se que se façam apenas diagnósticos energéticos representativos em cada região geográfica e depois, realize trabalhos de divulgação de boas práticas e melhorias possíveis, com descontos ou subsídios para a troca de equipamentos ineficientes.

Na parte de investimentos da medida, com base nos custos da *City Energy Project* dos EUA e experiências internas dos autores, o custo de um diagnóstico energético baseado na ASHRAE nível 2, para edifícios é estimado em R$0,50/m², mas pode variar de acordo com a complexidade dos sistemas e área útil das edificações. Para fazer a quantificação de custos é necessário calcular a quantidade de horas necessárias para a realização da auditoria e produtos (relatórios, etc), multiplicado pelo custo do profissional de auditoria (R$/h).

5.5.11. Comentários sobre interdependência do setor

Esta medida se relaciona com a anterior, item B1, pois a ferramenta de benchmarking auxilia na identificação dos edifícios para a auditoria energética, com a transparência de dados de consumo (item C1), capacitação de profissionais para EE em data centers para melhorar o desempenho energético (C6), e a satisfação de usuários e qualidade do ambiente interno (C7). Os diagnósticos procuram ver problemas de sistemas de ar condicionado e conforto térmico, e a verificação da taxa de renovação de ar externo, estando também relacionado com Programas de capacitação (C5), para otimizar os trabalhos de eficiência energética.

5.5.12. Comentários sobre interdependência com outro setor

Esta medida se relaciona com o estudo 4. Setor Público, já que terão edifícios públicos auditados, Estudo 6. Financiamento, para realização de diagnósticos, e Estudo 9. Programas de monitoramento, para verificar os resultados e economias obtidas com diagnósticos.

5.5.13. Matriz SWOT (Forças, oportunidades, fraquezas e ameaças)

Tabela 5-27. Matriz SWOT para Ação B2 - Diagnósticos Energéticos e Retrofits

Forças	Oportunidades
• Já existem várias metodologias de realização de diagnósticos energéticos; • Potencial de replicabilidade.	• Criar diagnósticos energéticos automatizados, para redução de custo dos processos; • Desenvolver e implementar metodologias de diagnóstico energético para diversas tipologias; • Oportunidade de ajudar e orientar investimentos para gestores de operação • Permite uma análise energética aprofundada na edificação; • Identificar Medidas de Eficiência Energética (MEEs);
Fraquezas	**Ameaças**
• Dificuldade de acesso à informação (estimativas de ganhos e acompanhamento de resultados/grau de cumprimento); • Falta de capacitação de profissionais para realização de diagnósticos energéticos; • Disponibilidade de pessoas internas na edificação para implementação das medidas; • Ausência de equipe técnica e gestor predial; • Dificuldade de adesão dos usuários em campanhas de conscientização e mudança de hábitos de operação e consumo	• Dificuldade de financiamento para implementação de medidas de alto custo e retrofits; • Tendência negativa a associar ganhos de eficiência a troca de equipamentos, unicamente.

5.5.14. Comentários sobre MRV

O monitoramento e verificação da medida pode ser acompanhado através da ferramenta de benchmarking, aliado à legislação de Lei de Transparência de dados energéticos, com a obrigatoriedade anual de uso da ferramenta em edificações, comparando o consumo específico (EUI) ano a ano, após a implementação das medidas.

De forma simplificada, além da utilização das opções mencionadas acima, a medição e verificação da medida de diagnóstico energético depende de alguns fatores, para cada tipologia:

- Medição de consumo energético pelo menos 1 ano antes da realização do diagnóstico, para criação de linha de base (baseline);
- Medição de consumo energético 1 ano após o diagnóstico energético;
- Determinação das variáveis que influenciaram no consumo, através de equações de regressão múltipla;
- Consideração climática pela diferença de Graus-hora de resfriamento (GHR) em cada ano;

- Cálculo da economia (kWh/ano) através da diferença de consumo previsto pela equação de regressão e o consumo real da edificação (kWh/ano).
- Soma das economias de consumo de cada setor.

Outra forma de verificação dos resultados é através da confirmação de etiquetagem da edificação, quando há retrofits, pelo processo do PBE Edifica, listado nos itens anteriores.

5.6. B3: Revisão e expansão dos programas de índices mínimos para sistemas prediais

5.6.1. Sistemas de Expansão Direita e Indireta

5.6.1.1. Objetivos

- Melhorar os índices mínimos para os sistemas de condicionamento de ar de expansão direta: Splits e janela.
- Implementar índices para ar condicionado a expansão indireta: Chillers, centrais a água gelada (CAG) e volume de refrigerante variável (VRF)

5.6.1.2. Importância

- Aumentar a eficiência mínima dos sistemas de condicionamento de ar sendo oferecidos ao mercado.
- Permitir uma evolução gradativa dos índices mínimos, com base em estudo de nível de desempenho.
- Harmonizar a metodologia de medição, para homogeneizar e alinhar com normas internacionais.

5.6.1.3. Público alvo a ser atingido

Etapa 1: Edifícios públicos federais.

Etapa 2: Edifícios grandes ou prioritários

Etapa 3: Todos os novos edifícios residenciais sendo construídos pelo mercado formal.

Etapa 4: Todos os novos edifícios comerciais e públicos.

5.6.1.4. Critérios qualitativos da seleção da Medida para o Plano de ação

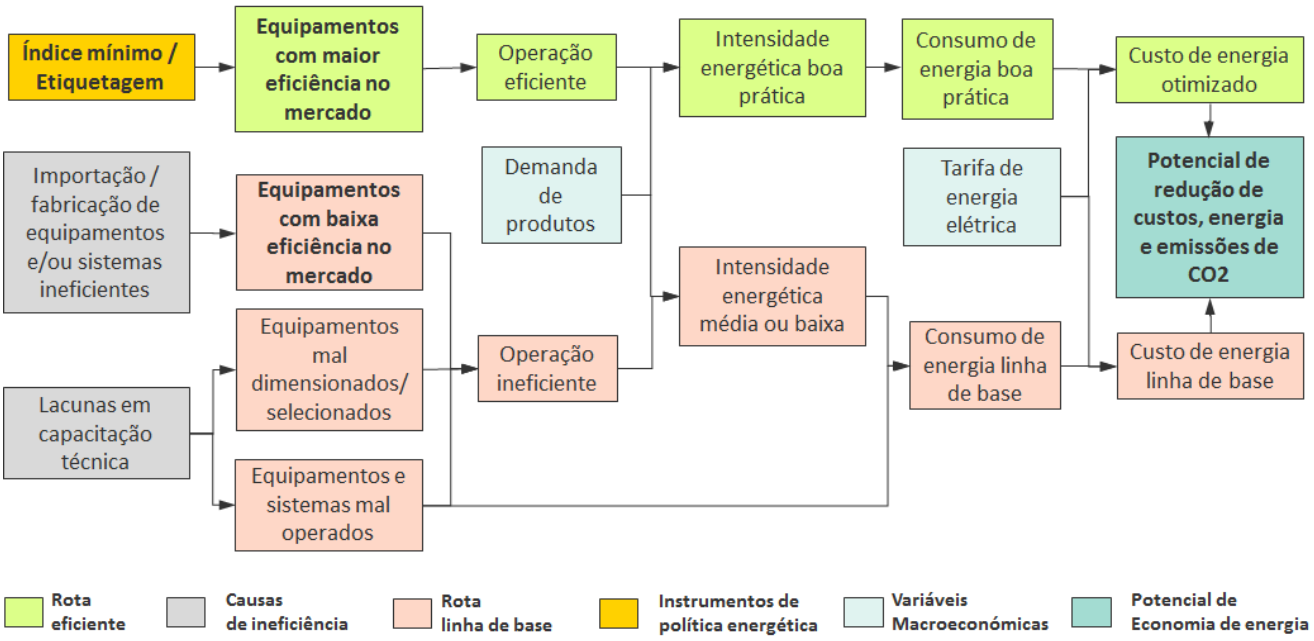
É uma medida que possibilita implementação gradativa em conjunto com o mercado.

O estabelecimento de índices mínimos é essencial para melhorar o desempenho ao longo prazo, e pode ser alinhado com diversos tipos de fiscalização.

A melhora dos índices mínimos dos equipamentos de sistemas de condicionamento de ar, planejada e transparente, dá os sinais necessários para permitir o planejamento ao médio prazo da indústria para atender os níveis de desempenho desejados.

5.6.1.5. Modelo de Causa-Efeito

Figura 5-25. Modelo Causa e Efeito para Índices Mínimos. Fonte: desenvolvimento próprio



5.6.1.6. Principais atores

- ABNT e profissionais do mercado
- ABRAVA
- CGIEE
- INMETRO, Procel Edifica e instituições acadêmicas
- Construtoras, incorporadoras e representantes de instituições setoriais

5.6.1.7. Estratégias de implantação

- Processo de etiquetagem e definição de índices mínimos implementados de forma gradativa, iniciando com as maiores máquinas (fabricação internacional), e em seguida passando para equipamentos menores (fabricação nacional).
- Utilizar certificação ARI, em conformidade com melhores práticas internacionais.
- Estudar a necessidade de estabelecer um laboratório nacional, ou o potencial para desenvolvimento de laboratórios privados para realizar as medições e testes necessários.

5.6.1.8. Estimativa de economia energética

A descrição a seguir refere-se à metodologia de cálculo da economia devido à adoção de requisitos mínimos de eficiência registrada por Nogueira, Leonelli e Haddad no Produto desenvolvido para Índices Mínimos do

presente projeto. Trata-se de uma alternativa que resulta em análise com maior grau de detalhamento, se comparada à avaliação baseada no Balanço de Energia Útil.

Tal metodologia pode ser aplicada *ex-ante*, a fim de estimar potenciais ganhos em eficiência esperados com a adoção de medidas a partir de hipóteses sobre o parque de equipamentos, ou *ex-post*, para analisar a economia energética alcançada utilizando dados diretamente medidos ou hipóteses mais próximas à realidade uma vez implementadas as medidas. Para tanto, é necessário acesso a um conjunto de informações confiáveis e com certo grau de detalhamento sobre o parque instalado, tais como: tipos de equipamento, potência (se uniforme) ou consumo energético (caso a potência requerida seja variável), desempenhos real e nominal, efeito do tempo sobre o desempenho observado, condições de operação e indicadores de comercialização e substituição dos produtos, entre outros. Através dessas informações é possível agregar equipamentos em categorias com aceitável grau de homogeneidade, para as quais pode ser aplicado o conjunto de equações a seguir (NOGUEIRA, 2017).

"**A. Economia de Energia**

O valor de economia energética resulta da diferença entre o consumo do parque de equipamentos em duas condições: em linha de base e após a adoção de medidas de eficiência energética.

$$EE = CEE_B - CEE_E$$

Sendo:

EE - Economia de energia (GWh).

CEE_B - Consumo de energia do parque de equipamentos na linha de base (GWh).

CEE_E - Consumo de energia do parque real com equipamentos eficientes (GWh).

B. Consumo de energia do parque de equipamentos

A partir dos critérios de homogeneidade adotados na segregação dos equipamentos, bem como dos dados disponíveis, o consumo energético total do parque é calculado a partir do somatório do consumo para todas as diferentes categorias.

$$CEE_K = \sum_{critério\ n} \sum_{critério\ m} CEP_K$$

$$CEP_K = CM_{jK} \times P_j$$

Sendo:

K - Cenário de composição do parque de equipamentos. “B” para linha de base ou “E” para parque melhorado, considerando os níveis mínimos de eficiência.

n, m – Critérios de categorias, quantos forem necessários.

CEP_K - Consumo anual de energia do parque de equipamentos na condição K (GWh).

CM_{jK} - Consumo unitário médio anual dos equipamentos de cada categoria para o ano j (kWh).

P_j - Parque de equipamentos conforme categorias no ano j (milhões de unidades).

Os cálculos de Demanda máxima e consumo médio anual foram definidos com base nas equações a seguir (ABRAVA, 2017):

C. Demanda máxima D_{max}:

$D_{max} = F_d * 1/COP (kW/kW) * (3,516 kW/1 tr) * BIsp (tr) * (1 M/ 1000 k)$

Onde:

D_{max} – Demanda maxima prevista no ano em MW

F_d – fator de carga em % – representa a quantidade máxima de equipamentos ligados simultaneamente a plena carga em um determinado instante;

COP – coeficiente de desempenho do sistema de condicionamento de ar capacidade de refrigeração em kW dividido por consumo de energia em kW

Conversão de TR em kW 3,516 kW/1 TR

BI – base instalada em TR.

M/k – mega dividido por kilo transformação de kW em MW

D. Consumo médio anual C_{med}

$C_{med} = F_c * D_{max} * (1 M/1000 k) * h/ano$

Onde:

C_{med} – Consumo médio anual prevista no ano em MW.h

F_c – fator de consumo em % – representa a capacidade de refrigeração média ao longo das horas de funcionamento;

D_{max} – Demanda máxima prevista no ano em MW

h/ano horas de operação ao longo do ano.

5.6.1.9. Dados utilizados

Os dados de parque de equipamentos, consumo e horas de operação, apresentados a seguir, foram obtidos através do estudo da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), realizado por Oswaldo Bueno para o Programa Paulista de Energia do período de 2020 a 2030, com base nos dados de aproximadamente 420 empresas associadas. Segundo (BUENO, 2017), as empresas associadas na ABRAVA, representam 70% do mercado de empresas de mini-splits e 100% das empresas de sistemas de água gelada.

O estudo foi dividido em 7 sistemas de condicionamento de ar, subdividido em: expansão direta: residencial, comercial e central e expansão indireta (água gelada) central para conforto e industrial. A amostra do estudo original considerava que São Paulo representava 30% da base instalada no país, usando esse fator para reduzir para o cenário paulista, porém para representatividade da medida, foram utilizados os dados de produção em nível nacional.

Tabela 5-28.Sistemas de condicionamento de ar. Fonte: (BUENO, 2017).

Descrição	Faixa de capacidade	Aplicação
Expansão direta compacto tipo janela	1,75 kW a 10,5 kW	Residencial e hotelaria
Expansão direta minisplit cassete e console	3,52 kW a 17,6 kW	Residencial e comercial
Expansão direta minisplit parede (highwall)	1,75 kW a 17,6 kW	Residencial e comercial
Expansão direta com rotação variável (inverter)	1,75 kW a 17,6 kW	Residencial e comercial
Expansão direta central dividido ou compacto	17,6 kW a 140 kW	Comercial e industrial
Expansão direta central com múltiplas unidades internas e fluxo de refrigerante variável	17,6 kW a 140 kW	Comercial
Expansão indireta (AG) central de água gelada + condicionadores de ar	17,6 kW a 7032 kW	Comercial e industrial

Embora a análise quantitativa seja referente apenas ao setor de edificações (públicas, comerciais e residenciais), esse estudo inclui o setor industrial, e precisa, consequentemente, de análises futuras e levantamentos para definir melhor a amostragem.

As tabelas a seguir apresentam os valores de vendas no país e a base instalada de 2018 a 2030, em TRs de refrigeração, utilizadas nos cálculos.

Tabelas 5-29 e 3. Vendas no Estado de São Paulo 2018 a 2030 – Valores em TR de refrigeração. Fonte: (BUENO, 2017).

Vendas nacionais	2018	2030
Aparelho de Janela	443631	1117138
COMERCIAL (Mini Split)	167034	524226
Highwall	2429599	7625122
Inverter	813589	2553392
AC central DX Unitários	135057	192559
A/C CENTRAL (VRF)	142586	256064
Refrigerador a água	180582	324300

Base instalada nacional	2018	2030
Aparelho de Janela	7689032	8095776
COMERCIAL (Mini Split)	7313875	4310841
Highwall	30576499	63797014
Inverter	4532393	21363435
AC central DX Unitários	1759876	1567839
A/C CENTRAL (VRF)	1062115	2720276
Refrigerador a água	3894054	5410811

Tabela 5-30.Demanda elétrica máxima e consumo anual total de energia elétrica para o estado de São Paulo. Fonte: (BUENO, 2017).

Brasil	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Demanda máxima (MW)	40.541	42.116	43.537	45.099	46.813	48.614	50.452
Consumo anual total (GWh)	82.044	85.347	88.474	91.752	95.213	98.766	102.411
Crescimento da demanda (%)	5,36%	3,89%	3,37%	3,59%	3,80%	3,85%	3,78%
Crescimento do consumo (%)	5,67%	4,03%	3,66%	3,70%	3,77%	3,73%	3,69%

Brasil	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Demanda máxima (MW)	51.452	53.074	55.194	56.713	57.808	60.011
Consumo anual total (GWh)	104.646	107.882	112.007	114.958	117.087	121.104
Crescimento da demanda (%)	1,98%	3,15%	3,99%	2,75%	1,93%	3,81%
Crescimento do consumo (%)	2,18%	3,09%	3,82%	2,63%	1,85%	3,43%

O coeficiente de performance (COP) atual (2018) foi estimado com base em uma amostra de edifícios do mercado, principalmente no Sudeste do país, devido à falta de informações e banco de dados. Para avaliações mais precisas é necessário fazer um levantamento completo dos valores de COPs existentes. Já os COPs futuros para 2030, foram determinados com base nos parâmetros da ASHRAE 90.1 de 2016. (ASHRAE, 2016).

Tabela 5-31. Premissas para os valores dos COPs atuais e futuros

Aparelho de ar condicionado	COP* 2018	COP 2030	Fator de carga %	Fator de consumo %	Horas de operação ano h
Compacto tipo janela	2,68	3,51	50%	100%	1454
Dividido cassete e piso/teto	2,81	3,81	50%	100%	1454
Dividido *highwall*	2,81	3,81	50%	100%	1454
Dividido com rotação variável (inverter)	2,81	3,81	80%	58%	3208
expansão direta compacto e dividido capacidade maior igual a 5 TR (17,5 kW)	2,8	3,28	80%	58%	3208
Múltiplas unidades internas e uma central de compressão externa e fluxo de refrigerante variável (VRF)	3,5	3,81	100%	58%	8760
Chiller a água (compressor)	4,45	6,4	100%	58%	8760

*COP médio 2018: estimativas da base instalada no mercado brasileiro, resultante da média dos sistemas existentes.
**Nesse estudo foi considerado apenas o COP médio do equipamento e não o COP do sistema Central de Água Gelada, considerado no estudo original.

Nota: Os valores estimados de COP atuais (2018) foram obtidos a partir de:

a) Compacto tipo janela – Inmetro programa brasileiro de etiquetagem nível D;
b) Dividido cassete e piso/teto - Inmetro programa brasileiro de etiquetagem, nível C;
c) Dividido *highwall* - Inmetro programa brasileiro de etiquetagem, nível C;
d) Expansão direta dividido e compacto – (ENTREVISTA BUENO, 2018);
e) Expansão direta com múltiplas unidades internas VRF – casos para SP e RJ (NEVES, 2015);
f) Chiller a água (equipamento) – ASHRAE 90.1 de 2007.

Resultados:

Tabela 5-32. Resultados de economia de energia para edificações e indústria (BUENO, 2017)

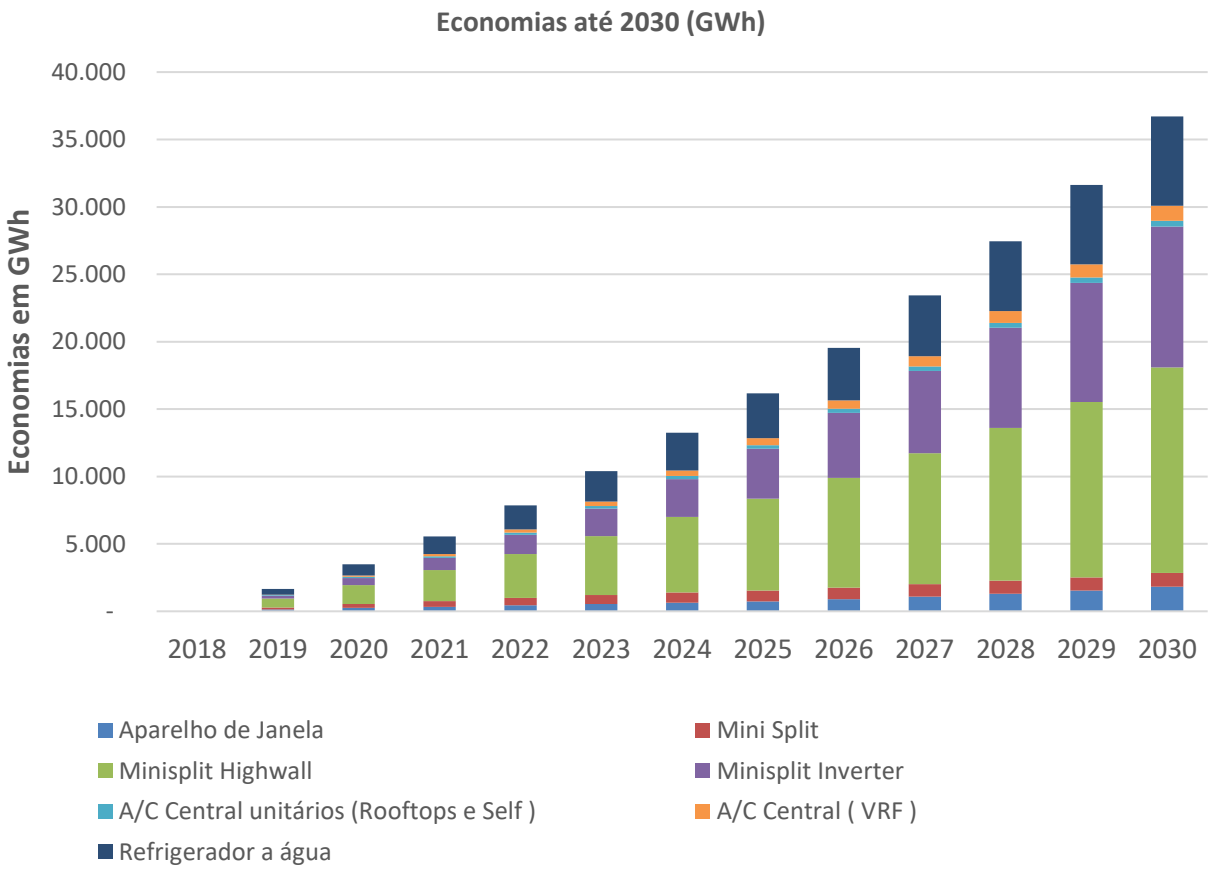
Tipos de AVAC	Economia (GWh) 2019 até 2025	Economia (GWh) 2019 até 2030
Aparelho de Janela	2.363	9.752
Mini Split	2.803	8.345
Minisplit Highwall	17.617	81.864
Minisplit Inverter	7.906	49.283
(Rooftops e Self)	830	2.908
A/C Central (VRF)	1.266	6.171
Refrigerador a água	9.419	38.807
TOTAL	**42.204**	**197.130**

Considerando as variáveis e os fatores citados acima, com taxas de adesão graduais de 0 a 100% no período de 2018 a 2030, as economias acumuladas com a medida até 2030 são de 197.130 GWh que inclui os setores

de edificações e indústria. Como os dados abrangem produção e vendas nacionais, não há meios de desagregar os dados e economias somente para o setor de edificações, que é o objeto desse estudo.

Porém, como estimativa preliminar, considerando que o consumo de ar condicionado do setor de edificação (residencial, comercial e públicos) representava 84% do mercado brasileiro em 2005 (MME, 2005), temos que a previsão de economia acumulada apenas no setor de edificações até 2030 é de aproximadamente 165.588 GWh, sendo 88.708 GWh residencial (45%), 61.110 GWh comerciais (31%) e 15.770 GWh públicos (8%).

Figura 5-3. Economias em energia por índices mínimos em AVAC, em edificações e indústria. Elaboração do autor, com base nos dados de (BUENO, 2017).



5.6.1.10. Potenciais barreiras

- Desafio de alinhar os critérios de índices mínimos de acordo com as normas internacionais, sem aumentar custos ou restringir o projeto;
- Percepção de aumentos de custo na construção;
- Adesão dos fabricantes e montadoras de equipamentos;
- Aumento do custo de importação e aquisição de equipamentos mais eficientes;
- Desafio de definir um laboratório federal.

5.6.1.11. Custo

Segundo dados da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento, em 2017 estima-se uma média de crescimento da ordem de 5% para os quatro setores, e, sobre o faturamento 10% da média ponderada de suas produções, chegando a R$ 27 bi e 800 mil. Os segmentos representados geram aproximadamente 250.000 postos de trabalho no Brasil, de forma direta e indireta (ABRAVA, 2017).

Para calcular os custos de investimento nessa medida, são necessários dados de custo de importação e aquisição de novas máquinas, tarifas de importação, câmbio, e treinamentos com o uso e instalação e manutenção de novos equipamentos, sendo necessários estudos mais aprofundados.

5.6.1.12. Comentários sobre interdependência do setor

A etiquetagem compulsória deve considerar os mesmos índices de desempenho mínimo para equipamentos que estão estipuladas nestas normas (ASHRAE, 2016).

5.6.1.13. Comentários sobre interdependência com outro setor

Deve ser alinhado com a estratégia geral de índices mínimos de desempenho.

5.6.1.14. Matriz SWOT (Forças, oportunidades, fraquezas e ameaças)

Tabela 5-33. Tabela de matriz SWOT para Índices mínimos de desempenho em equipamentos de AVAC. Fonte: desenvolvimento próprio.

Forças	Oportunidades
• Estrutura institucional existente (Legislação, Comitês e Programas), • Programa de etiquetagem ativo no mercado nacional e internacional,	• *Benchmarking* internacional, • Ampliação de estrutura existente que permita intensificar ganhos em eficiência, • Diminuição simultânea de emissões associadas ao uso de energia, • Implantação do conceito de eficiência a outras conversões de energia, exemplo: potência de eixo em movimentação de fluidos. • Modernização do parque de equipamentos industriais
Fraquezas	**Ameaças**
• Dificuldade de acesso à informação (estimativas de ganhos e acompanhamento de resultados/grau de cumprimento) • Ganho de eficiência marginal, comparado com outras conversões (térmicas por exemplo), • Ausência de um programa de capacitação que integre ganhos por etiquetagem com ganhos sistêmicos.	• Dificuldade de financiamento, • Impacto sobre fabricantes menores sem recursos para atualização tecnológica • Efeito rebote • Tendência negativa a associar ganhos de eficiência a troca de equipamentos, unicamente.

5.6.1.15. Comentários sobre MRV

O acompanhamento da efetividade dos processos de fiscalização representa uma ferramenta para o MRV desta medida. Os principais dados a serem considerados são:

- Levantamento da base instalada nacional de ar condicionado com histórico anual, por tipo de sistema, capacidades, uso e COP;
- Estimativa de vida útil dos equipamentos e necessidade de troca ao longo dos anos, aumentando a capacidade adicionada por ano;
- Levantamento da quantidade de total de equipamentos vendidos por ano, por tipo de sistema de ar condicionado, separado por faixa de capacidade térmica e com COP da máquina.
- Cálculo da carga térmica do estoque e a capacidade adicionada ao longo do tempo.
- Determinação de um COP médio base, anterior à implementação da medida, da base instalada, para cada tipo de sistema.
- Cálculo do COP médio real, vendido, após a implementação da medida, para cada sistema, a cada ano.
- Determinação do consumo anual base de cada sistema de ar condicionado antes da implementação da MEE, com COP médio, fator de carga, fator de consumo e horas de operação.
- Cálculo do consumo de cada sistema de ar condicionado depois da implementação da MEE.
- Consideração da taxa de crescimento no uso de ar condicionado a cada ano.
- A economia de energia elétrica pode ser obtida através da diferença de consumo, utilizando o COP anterior e COP posterior à medida, para cada tipo de sistema, por ano.

5.6.2. Índices de desempenho para elevadores

5.6.2.1. Objetivo

Implementar índices mínimos e etiquetagem para elevadores em todos edifícios.

5.6.2.2. Importância

Estabelecer níveis de eficiência mínima dos elevadores sendo oferecidos ao mercado.

5.6.2.3. Público alvo a ser atingido

Etapa 1: Edifícios públicos federais (em curso).

Etapa 2: Todos os novos edifícios comerciais e públicos.

5.6.2.4. Critérios qualitativos da seleção da Medida para o Plano de ação

É uma medida que possibilita implementação gradativa em conjunto com o mercado.

A implementação programada, planejada e transparente da obrigatoriedade dá os sinais necessários para que o mercado comece a investir na etiquetagem de elevadores.

5.6.2.5. Principais atores

- ABNT e profissionais do mercado;
- INMETRO, Procel, desenvolvedores da etiquetagem;
- Governo federal e governos locais;
- Organizações setoriais, como os SindusCon estaduais;
- Construtoras, incorporadoras e representantes de instituições setoriais.

5.6.2.6. Estratégias de implantação

- Processo de etiquetagem e definição de índices mínimos implementados de forma gradativa;
- Utilizar os critérios de índices mínimos de acordo com a norma VDI 4707.

5.6.2.7. Estimativa de economia energética

Ausência de dados setoriais: para realizar estimativas adequadas, seria necessário conhecer a posse de elevadores no mercado atual.

Através do banco de dados, ter o conhecimento do percentual dos edifícios comerciais que atenderam a questão da obrigatoriedade.

5.6.2.8. Potenciais barreiras

Desafio de alinhar os critérios de índices mínimos de acordo com a norma alemã para classificação de eficiência energética em elevadores VDI 4707 (2009).

5.6.2.9. Comentários sobre interdependência do setor

A etiquetagem compulsória deve considerar os mesmos índices de desempenho mínimo para elevadores que estão estipuladas na norma VDI 4707.

5.6.2.10. Comentários sobre interdependência com outro setor

Deve ser alinhado com a estratégia geral de índices mínimos de desempenho.

5.6.2.11. Comentários sobre MRV

O acompanhamento da efetividade dos processos de fiscalização representa uma ferramenta para o MRV desta medida.

6. AÇÕES COMPLEMENTARES E TRANSVERSAIS

6.1. CP1: Aumento da transparência

6.1.1. Objetivo

- Obrigar transparência sobre o consumo operacional da edificação em edifícios públicos;
- Facilitar o acesso a informações de consumo energético através de concessionárias;
- Possibilitar estratégias municipais, para cruzar bases de dados das concessionárias com os cadastros das Prefeituras.

6.1.2. Importância

Atualmente, é possível solicitar as informações de consumo de um edifício público através da Lei de Acesso à Informação (n° 12.527/2011). Porém, não existe um compromisso de divulgação de consumo elétrico de edificações no Brasil, as faturas de energia são consideradas confidenciais e muitas vezes são mantidas em segredo. Contudo, é reconhecido que a transparência no consumo de energia é um forte incentivo à redução de consumo, através da melhor gestão e comportamento, além da visibilidade de impactos, custos e ações.

6.1.3. Critérios qualitativos da seleção da Medida para o Plano de ação

É uma medida que irá possibilitar a gestão energética do país e contribuir para a criação de *benchmarks* de energia. Além disso, poderá ser adotada como meio de valorizar edificações com alto desempenho energético e fazer com que edificações ineficientes busquem melhorias.

6.1.4. Público alvo a ser atingido

Todos os edifícios da esfera pública: federais, estaduais, distritais e municipais. Também poderá ser implementado em edificações particulares grandes como parte de uma política municipal.

6.1.5. Comentários para a avaliação quantitativa

Os fatores que possuem impacto quantitativo sobre essa medida são: área mínima obrigatória para transparência, no caso de edificações particulares, existência de pessoas responsáveis pela organização, cobrança e verificação de dados em nível nacional.

6.1.6. Principais atores

Governo, ANEEL, administração pública, ministério de planejamento e gestão, concessionárias de energia.

6.1.7. Estratégias de implantação

Criar uma instância oficial para organização dos dados em nível nacional, atribuir responsáveis pela gestão, escolher e desenvolver ferramentas de organização de dados online, ter uma equipe de fiscalização e cobrança dos dados;

Iniciar diálogos sobre o potencial para que as concessionárias repassem os dados de demanda, consumo elétrico e informações sobre as unidades consumidoras, tornando os dados públicos, regulação através da ANEEL, verificando também as questões de sigilo de dados e segurança nacional (ENTREVISTA SINDUSCON-SP, 2018).

6.1.8. Potenciais barreiras

- Dados incompletos ou incorretos;
- Desorganização e incompatibilidade de sistemas de gestão de imóveis;
- Quantidade de imóveis ou ocupação irregular;
- Falta de um número indicador comum;
- Resistência ou atraso de repasse de informações pelas concessionárias.

6.1.9. Comentários sobre interdependência do setor

Esta medida se relaciona com o Item B1 - Benchmarking.

6.1.10. Comentários sobre interdependência com outro setor

Esta medida se relaciona com o estudo 4. Setor Público e Estudo 9. Programas de monitoramento.

6.1.11. Comentário sobre MRV

Medição e verificação poderá ser realizada através da Plataforma Central, ou Banco de Dados mencionado no capítulo 5.1 (ação A1: Etiquetagem), a ANEEL, ou outro órgão de fiscalização.

6.2. CP2: Programas estruturados de levantamentos de dados e desenvolvimento de uma linha de base

6.2.1. Objetivo

Recomenda-se lançar programas estruturados de levantamentos de dados sobre a quantidade de edifícios existentes, quantidade de unidades consumidoras, tipologias, perfil de consumo de energia, e tendências futuras, a fim de obter dados sobre o parque atual de edifícios e as tendências do mercado. Pode ser realizada através de pesquisas de mercado focalizadas em tipologias especificas, semelhantes com as pesquisas do Procel “Pesquisa de Posse e de Hábitos” (ELETROBRAS/PROCEL, 2007) que aborda dados de posse de equipamentos e consumo de energia por diversas tipologias ou a Pesquisa da EPE com Foco “Caracterização de Uso de Energia no Setor de Serviços” (EPE/FOCO, 2015).

Esses dados, ilustrando o perfil de consumo das diferentes tipologias de edifícios em diferentes regiões, servem como fonte rica de informação para o desenvolvimento de políticas ou programas específicos regionais ou setoriais, focados em obter ganhos de eficiência com a aplicação de recursos otimizada, e permitem a avaliação do impacto de ações em eficiência energética.

6.2.2. Importância

O desenvolvimento de uma linha de base, ou seja, informações desagregadas de consumo médio por tipologia de edifício, por região e por setor, permite a Medição, Relato e Verificação geral de ações em eficiência energética em edificações. É importante poder atribuir reduções de consumo às ações de eficiência. Isso é realizada através da comparação de indicadores com uma linha de base. Destaca-se a importância em desacoplar outros motivos de aumento e redução de consumo, tais como motivos econômicos.

6.2.3. Critérios qualitativos para seleção da Medida para o Plano de Ação

O maior benefício desta medida é de poder facilitar estudos e desenvolvimento de programas e políticas complementares focados, e de permitir a Medição, Relato e Verificação do Plano de Ação como um todo, e para cada medida especificamente.

6.2.4. Público alvo a ser atingindo

Municípios, Procel, MME, EPE, desenvolvedores de Programas de Eficiência Energética.

6.2.5. Comentários para avaliação quantitativa

Esta ação é complementar às ações prioritárias do Plano de Ação, portanto não tem sido quantificado.

6.2.6. Principais atores

Procel, EPE.

6.2.7. Estratégias de implantação

Os principais pontos sobre a implantação desta medida são listados abaixo:

- Continuar com os Programas de Pesquisas de Posses de Equipamentos e Hábitos de Uso para todos setores: residencial (em andamento), e comercial;
- Consolidar e publicar os resultados da Pesquisa "Caracterização do Uso de Energia no Setor de Serviços";
- Ampliar o programa para incluir: comercial baixa tensão (escritórios, comércios varejistas) e edifícios públicos (administrativos, locais públicos);
- Incluir nestes estudos informações sobre tendências e projeções futuras;
- Quantificar o número de edificações existentes, por setor e por região, e tendências futuras de mercado.
- Estas informações deveriam ser publicadas.
- Integração com Plataforma Central do Procel.

6.2.8. Potenciais barreiras

As possíveis barreiras identificadas são listadas abaixo.

- Falta de padronização entre dados disponíveis;
- Falta de confiabilidade nos dados;
- Alto custo em fazer pesquisas de mercado.

6.2.9. Comentários sobre interdependência do setor

Esta medida é complementar a todas ações prioritárias citadas, por poder melhorar o grau de precisão nas economias possíveis, e facilitar o MRV das ações implementadas.

6.2.10. Comentários sobre interdependência com outro setor

Esta medida tem potencial de ser complementar às ações de Índices Mínimos e Financiamento e Tributação, por identificar áreas críticas ou de maior ganho.

6.2.11. Comentário sobre MRV

Conforme mencionado anteriormente, esta medida permite a criação dos indicadores citados na Tabela 5-8 para MRV da medida de etiquetagem, que podem ser adotados para avaliar o impacto das ações de eficiência energética em geral. Além de poder acompanhar os indicadores à medida que as Pesquisas forem atualizadas, esta medida permite o MRV do Plano como um todo, e políticas de eficiência energética em geral.

6.3. CP3: Interação com as atividades do Procel

6.3.1. Objetivo e Importância

As ações propostas estão em sinergia com as atividades do Procel, portanto é importante que as atividades sejam integradas quando possível, por otimizar recursos e aproveitar os dados e resultados produzidos.

Dentro das atividades planejadas no Plano de Aplicação de Recursos do Procel (PROCEL, 2017), as atividades com maior interação com as medidas propostas neste estudo são:

- Selo Procel: aprimorar e ampliar as atividades de concessão do Selo Procel abrangendo equipamentos de ar condicionado centrais e edificações;
- Procel Edifica:
    - Implementação do novo método de etiquetagem com inclusão de consumo esperado e CO_2;
    - Implementação de projetos de eficiência energética e geração distribuída em edificações;
    - Estruturação do setor de edificações por meio de estudos e desenvolvimentos de base de dados com indicadores (*benchmarks*);
- Gestão Energética Municipal (Procel GEM): modernização e ampliação do Programa de Gestão Energética Municipal (GEM) para redução do consumo de energia elétrica nas prefeituras;

Dentre as atividades complementares destacam-se:

- Campanha de *Marketing* para o tema Eficiência Energética;
- Realizar Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso (PPH) de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial em todo o território nacional.

Também se destacam três licitações previstas a serem lançadas em 2018, com grande potencial de movimentar e capacitar o mercado, além de fomentar o mercado para potencializar as ações propostas de etiquetagem, *benchmarking* e diagnósticos energéticos:

- Prestação de serviços técnicos especializados na área de eficiência energética em edificações, em âmbito nacional, para o planejamento, desenvolvimento, implantação e execução de serviços de consultorias, assessorias, treinamentos e etiquetagens de edificações, para construtoras;
- Prestação de serviços técnicos especializados na área de eficiência energética em edificações, em âmbito nacional, para o planejamento, desenvolvimento, implantação e execução de serviços de diagnósticos, assessorias e treinamentos em edifícios comerciais corporativos existentes para empresas de *facilities*/administradoras prediais;
- Prestação de serviços técnicos especializados na área de eficiência energética em edificações, em âmbito nacional, para o planejamento, desenvolvimento, implantação e execução de serviços de diagnósticos, treinamentos e projetos de *retrofit* e geração renovável distribuída em empresas públicas e/ou privadas, objetivando estabelecimento de cultura de eficiência energética e geração distribuída, por meio da redução das barreiras de mercado e capacitação de pessoas.

Para cada um destes projetos, são previstos treinamentos, e prestação de serviços em uma grande quantidade de edifícios pelo Brasil, atingindo empresas de *facilities*/administradores prediais, consultorias de construção, empresas públicas ou privadas.

Dado a sinergia entre as ações propostas neste presente relatório e as atividades planejadas pelo Procel, recomenda-se a consideração deste presente estudo quando for revisado o Plano de Atividades do Procel.

6.4. CP4: Programas estruturados de capacitação

6.4.1. Objetivo

Fomentar e criar modelos estruturados de desenvolvimento de capacidades setoriais, incluindo currículos universitários, fortalecimento de instituições técnicas e capacitação profissional.

6.4.2. Importância

Os temas de eficiência energética em edificações, em específico relacionados à etiquetagem do PBE edifica, *benchmarking* e diagnósticos energéticos ainda são pouco conhecidos e divulgados para o público geral, e ainda não existem profissionais suficientes, para atender a demanda do estoque atual e futuro.

Para que as ações listadas anteriormente tenham o impacto e abrangência esperada, é necessário que existam profissionais qualificados no assunto para responder à demanda do mercado e atuar como inspetores acreditados, auditores de energia e gestores de energia em edificações.

6.4.3. Critérios qualitativos para seleção da Medida para o Plano de Ação

Com o aumento da demanda energética no país a cada ano e com o estabelecimento das metas de eficiência energética no setor elétrico, a capacitação de profissionais surge para suprir uma necessidade inerente do setor de edificações nos próximos anos.

É uma medida que permitirá capacitar novos profissionais para atuar na área, possibilitando a implementação gradativa das ações prioritárias.

6.4.4. Público alvo a ser atingindo

Construtoras, projetistas, edifícios comerciais, públicos e residenciais, empresas e consultores independentes da área, locatários, gestores de edifícios públicos e particulares, usuário final.

6.4.5. Comentários para avaliação quantitativa

A avaliação quantitativa dessa medida foi parcialmente calculada nas ações A1, A2, A3, B1 e B2. Por se tratar de uma medida com ganhos indiretos, o potencial de economia não é facilmente mensurável, sendo necessário ir mais a fundo na especificação da medida em si para calcular as possíveis economias.

Para que o setor residencial tenha grandes impactos na otimização do uso de energia, também é essencial que haja divulgações nos meios de comunicação de massa, capacitação de construtoras e projetistas, além de ferramentas gratuitas que auxiliem e incentivem o usuário na tomada de decisões.

6.4.6. Principais atores

- INMETRO, PROCEL, ELETROBRÁS
- OIA, auditores do mercado de construção
- Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
- Ministério de Minas e Energia
- Ministério do Meio Ambiente
- Ministério da Educação, MEC
- Universidades
- SENAI
- Institutos Federais
- Outras escolas técnicas
- Cursos de especialização e capacitação
- Conselhos Regionais (principalmente CREA, CAU)
- Concessionárias de energia
- Consultores da área

6.4.7. Estratégias de implantação

- Promover o debate, discussão sobre o tema e meios de implementação com os profissionais do setor, com enfoque nas dificuldades encontradas e meios de superá-las;
- Elaborar a grade e estrutura curricular para aprovação no MEC, com definição de carga horária;
- Capacitar os professores que serão multiplicadores de conhecimento em cada instituição (órgãos públicos, SENAI, Institutos Federais e universidades estaduais, federais e particulares);
- Criar programas regionais, através de treinamentos oferecidos pelas próprias concessionárias de energia, baseado no PEE da ANEEL, para oferecer cursos de capacitação dos profissionais já formados (das áreas de engenharia e arquitetura e cursos relacionados à edificação), nas áreas de fiscalização, etiquetagem e diagnósticos energéticos;
- No setor público, instituir disciplinas de eficiência energética em edificações, começando nos cursos técnicos, que possuem maior potencial de inserção rápida de novos profissionais no mercado, e posteriormente estruturar os cursos nas universidades até 2020;
- Criar materiais públicos oficiais de conteúdo e divulgação;
- Fazer campanhas instrutivas para o público geral na mídia, TV, rádio e jornais, explicando conceitos e ferramentas, e disponibilizando materiais e conteúdos úteis de eficiência energética em edificações;
- Fazer reuniões periódicas para atualização de conteúdo e possíveis modificações na estrutura curricular;
- Usar investimentos nacionais e de fundos internacionais para realização das etapas.

6.4.8. Potenciais barreiras

Tabela 6-1. Potenciais barreiras para implementação da medida CP4

	Potencial Barreira	Como superá-la
1.	Alinhar demanda do mercado com a capacitação de novos profissionais	Instituir obrigatoriedade de etiquetagem e *benchmarking* nas edificações
2.	Problemas de delimitações de funções entre profissionais de cursos técnicos, de graduação e pós-graduação	Promover debates e discussões no CREA, CAU e outros conselhos regionais
3.	Falta de recurso financeiro para a realização de treinamentos no setor público e produção de material, conteúdo	Buscar investimentos com o PEE da ANEEL e fundos internacionais como o GEF, e o Banco Mundial.

6.4.9. Comentários sobre interdependência do setor

Essa medida está diretamente relacionada com a Etiquetagem, código de obras, diagnóstico energético e *benchmarking*, índices mínimos de equipamentos, já que esses serão os principais assuntos abordados na estrutura curricular.

6.4.10. Comentários sobre interdependência com outro setor

Está relacionado com o item 7 de índices mínimos de desempenho, já que será baseado também nas ações e resultados dessa medida, e estudo 9. Programas de monitoramento, para definição dos estudos e meios de verificação e monitoramento de resultados.

6.4.11. Comentário sobre MRV

A medição e verificação dessa medida pode ser acompanhada através de acompanhamento de número de formados com conhecimento específico no CREA e CAU e quantidade de pessoas capacitadas por ano.

6.5. C5: Proporcionar modelos de incentivos a prédios de baixo consumo

6.5.1. Importância

Um programa de incentivo deve ser considerado não apenas em termos dos benefícios diretos, em GWh economizados, mas também em termos do seu estímulo ao desenvolvimento de um setor, do desenvolvimento técnico e do conhecimento em empresas do setor, assim reduzindo os custos de medidas de eficiência para que eventualmente sejam viáveis sem subsídio. (Neste momento, o incentivo pode ser retirado e aplicado a um nível de desempenho ainda mais alto.) Visto desta forma, programas de subsídio bem estabelecidos podem ser agentes de transformação de um setor, como os subsídios europeus à energia fotovoltaica impulsionaram um crescimento e uma redução de custo tão forte que tornou viável a energia solar em boa parte do mundo sem subsídios.

Por outro lado, os incentivos precisam ser bem desenhados, e nem sempre funcionarão melhor ao nível nacional - existem forte oportunidades para incentivar eficiência em edificações ao nível municipal por exemplo, com incentivos direcionados e localmente apropriados.

6.5.2. Critérios qualitativos da medida para o Plano de Ação

Inicialmente, essa medida não sugere a implementação de determinados programas de incentivo, mas a divulgação de possíveis programas e disponibilização de apoio, infraestrutura e exemplos para governos municipais e outros órgãos públicos que poderiam implementar programas locais de subsídio.

O único tipo de medida que deve ser pensado à escala nacional é a disponibilização de linhas atrativas de financiamento para edificações eficientes. Um modelo interessante é a aplicação de financiamento PACE (*Property Assessed Clean Energy*) para financiar os custos construtivos adicionais de edificações net-zero, a partir de empréstimos que são recuperados na conta de energia dos habitantes.

6.5.3. Público alvo a ser atingido

Incorporadoras, construtoras, projetistas, proprietários e usuários de edifícios de alto desempenho energético.

6.5.4. Comentários para a avaliação quantitativa

Essa é uma medida onde o impacto depende da sua adoção futura por governos municipais e estaduais, não sendo possível realizar uma avaliação quantitativa diretamente.

6.5.5. Principais atores

- Governos municipais e estaduais;
- Ministério das Cidades;
- Agentes de interação com municípios, especificamente o Programa Cidades Eficientes do CBCS, e outros programas similares do C40 e ICLEI;
- BNDES e outros bancos públicos;
- ANEEL e concessionárias de energia (para o modelo PACE).

6.5.6. Estratégias de implantação

Desenvolver, validar, testar e aprimorar modelos de subsídio a edifícios de baixo consumo que possam ser adotados localmente.

Os principais modelos considerados são:

- Reduções de impostos (principalmente IPTU);
- Benefícios ao incorporador (redução de outorga onerosa ou aumento do coeficiente construtivo); e
- Linhas de financiamento com taxas atrativas.

Na medida que possível, estes modelos devem se concentrar em edifícios *net-zero* e obrigar a comprovação do desempenho ao longo do tempo para que o subsídio seja mantido.

A aplicação de financiamento PACE (*Property Assessed Clean Energy*) é um modelo que pode proporcionar empréstimos as incorporadoras para cobrir os custos adicionais de tornar edifícios net-zero, com o pagamento da dívida na conta de energia, efetivamente assegurando que o beneficiário (o usuário do edifício) paga o custo das medidas e atrelando a dívida ao edifício.13

6.5.7. Potenciais barreiras

A precariedade das finanças públicas reduz a viabilidade de implementação de subsídios que poderiam reduzir a receita.

Implementação de subsídios mal desenhados pode rapidamente esgotar o fundo disponível, ou (na outra extrema) ter níveis muito baixos de adoção.

6.5.8. Comentários sobre interdependência do setor

Essa medida é fortalecida pelo desenvolvimento de mais *benchmarks* e certificação DEO.

6.5.9. Comentários sobre interdependência com outro setor

Esta medida está integralmente vinculada aos setores de Financiamento e Tributos, e deve ser visto como uma forma de estruturar e desenhar a implementação efetiva de medidas de financiamento e tributárias para implementação em edificações.

6.5.10. Comentário sobre MRV

A obrigação de reportar os consumos energéticos e níveis de desempenho energético deve ser um critério mínimo para qualquer recebedor de incentivos, assim possibilitando uma MRV efetiva.

[13] Para uma explicação mais completa do PACE: https://energy.gov/eere/slsc/property-assessed-clean-energy-programs, e o uso do PACE para edifícios Net-Zero: https://www.rmi.org/wp-content/uploads/2017/10/RMI_R-Pace_for_NZE_Insight_Brief_2017.pdf

6.6. C6: Programa específica de excelência em *datacenters*

6.6.1. Objetivo

Desenvolver um programa de capacitação de pessoas e divulgação de referências técnicas e ferramentas de apoio (incluindo assistência técnica) para diagnóstico, *retrofit* e projeto de *datacenters.*

6.6.2. Importância

Em 2016, os serviços de data center no Brasil representaram 48% do mercado na América Latina, isso representa 1,36 bilhões de receita nesse mercado (FROST & SULLIVAN, 2017). Com a instalação de novos data centers no Brasil, é necessário que haja um direcionamento do governo para novas construções, reformas e *retrofits*, para incentivar boas práticas e reduzir a ineficiência do setor.

Segundo dados da Schneider, apenas decisões de zero custo na fase de projeto podem resultar em economias de 20 a 50% no gasto de energia elétrica, e otimizações sistêmicas, podem chegar em até 90% de redução no consumo (SCHNEIDER ELECTRIC, 2010).

6.6.3. Critérios qualitativos da seleção da Medida para o Plano de ação

É uma medida que auxiliará o setor de TI, na tomada de decisões desde a fase de projeto até a operação.

Em edifícios públicos analisados pelo CBCS (2014), o consumo de data centers representou de 2 a 77% do consumo elétrico total utilizado, ou seja, um valor considerável, que precisa ser analisado estrategicamente.

6.6.4. Público alvo a ser atingido

Construtoras e empresas de data centers no Brasil. Em 2015, as maiores empresas em atividade no país, segundo a TechinBrazil, eram: Itaú, Santander, Vivo, Ascenty, Tivit, Alog, Level 3, Locaweb, IBM, Algar, Embratel, Oi, UOL Diveo, GetNet, BM&F Bovespa, Petrobras e T-System (TECH IN BRAZIL, 2015).

6.6.5. Comentários para a avaliação quantitativa

Por ser uma área muito específica, as economias dependem de diversos fatores como: o levantamento do mercado atual de data centers no Brasil, consumo anual separado por uso final, número e capacidade de data centers instalados, quantidade de profissionais existentes na área de TI, tipo de sistema de condicionamento de ar utilizado, layout interno dos racks e fluxo de ar quente e frio, características da envoltória e projeto arquitetônico, possibilidade de *retrofits* e virtualização dos sistemas, *Power Use Effectiveness* (PUE) atual, percentual de armazenamento em nuvem, potencial de eficiência energética com novas tecnologias do mercado e taxa de crescimento previsto até 2030.

6.6.6. Principais atores

Governo, empresas de data center, concessionárias de energia.

6.6.7. Estratégias de implantação

Realizar um estudo sobre o mercado atual de data centers no Brasil, desenvolver um banco de dados (com apoio das concessionárias), formar uma equipe técnica da área para realização de diagnósticos energéticos, estabelecer um *benchmarking*, realizar cursos de capacitação e elaborar materiais didáticos com base nos aprendizados e experiências encontradas. Devido ao grande potencial de economia encontrados em data centers pequenos, que possuem baixo desempenho de envoltória e possuem problemas operacionais, pode-se também oferecer apoio técnico e operacional para melhorar a eficiência atual.

6.6.8. Potenciais barreiras

- Dificuldade de obtenção de dados de data centers;
- Dificuldade de realização de diagnósticos energéticos por motivos de acesso, segurança, sigilo de dados e funcionamento 24hrs;
- Problemas de divulgação de informações e desconhecimento técnico dos tomadores de decisão.

6.6.9. Comentários sobre interdependência do setor

Correlaciona-se com o item B1: Possibilitar adoção de *benchmarking* e avaliação de desempenho energético, B2: Facilitar diagnósticos energéticos e *retrofits*, C1: Aumento da transparência e item, C5: Programas de capacitação.

6.6.10. Comentários sobre interdependência com outro setor

Está relacionada com o Estudo 4. Setor público e Estudo 3. Programas de monitoramento.

6.6.11. Comentário sobre MRV

A medição e verificação poderá ser realizada através de ferramentas de avaliação como *benchmark* energético e acompanhamento do PUE *(Power Usage Effectiveness)* dos data centers.

6.7. C7: Satisfação de usuários e Qualidade de Ar Interno (QAI)

6.7.1. Objetivo

Criar uma base de dados Brasileira com informações sobre conforto de usuários e o relacionamento com a qualidade ambiental interno nos edifícios, possibilitando a criação de referências técnicas e normas de diagnóstico, *retrofit* e projeto de edificações com altos índices de satisfação e eficiência energética.

6.7.2. Importância

Eficiência energética não é apenas otimização do consumo energético em si, mas também se relaciona com a busca pelo conforto térmico, segurança e saúde dos usuários, além do desempenho dos sistemas.

Os recursos humanos, são a parte principal e de maior custo dentro das empresas, e as edificações devem ser projetadas para atender plenamente às atividades e necessidades dos usuários, tendo em vista também o conforto destes.

Estudos da IEA (2017) indicam que a eficiência energética e conforto influenciam na produtividade do usuário, podendo aumentar de 6 a 16%, e diminuir as taxas de doenças por gripes e resfriados, na ordem de 20 a 26%, portanto a busca pelo atendimento de níveis de conforto é um fator imprescindível.

6.7.3. Critérios qualitativos da seleção da Medida para o Plano de Ação

É uma medida que impacta diretamente no usuário e influencia na sua qualidade de vida. Deve estar alinhada com as normas de desempenho térmico de edificações, qualidade do ar interno, com as taxas de renovação de ar necessárias previstas na Portaria n°3.523 (1998) e NBR 16.401-3 (ABNT 2008).

6.7.4. Público alvo a ser atingido

Todas as edificações com ocupação.

6.7.5. Comentários para a avaliação quantitativa

A avaliação quantitativa está relacionada com a aplicação de pesquisa de satisfação dos usuários e renovação de ar dentro das edificações.

6.7.6. Principais atores

O Governo, ANVISA, Ministério do Meio Ambiente.

6.7.7. Estratégias de implantação

- Estabelecer uma equipe técnica para a execução de diagnósticos visando a qualidade do ar interno e a satisfação de usuários;
- Criação de banco de dados sobre conforto e saúde nas edificações, com referências técnicas e de acordo com as normas;
- Identificar edificações e tipologias com muita reclamação de usuários ou com casos de afastamento de usuários por problemas de saúde;

- Proporcionar informações, referências, estudos de caso e treinamento para profissionais de projeto e operação de edificações.

6.7.8. Potenciais barreiras

- Conseguir correlacionar conforto com o uso de energia e achar o ponto ótimo entre as duas variáveis;
- Dificuldade de recursos humanos para a aplicação da pesquisa de satisfação dos usuários e realização de diagnóstico energético;
- Desconhecimento técnico sobre o assunto.

6.7.9. Comentários sobre interdependência do setor

Está relacionado com o item 2. Desempenho térmico na envoltória e item 4. Índices de desempenho energético operacional

6.7.10. Comentários sobre interdependência com outro setor

Essa medida é relacionada ao Estudo 1. Indústria, Estudo 4. Setor público.

6.7.11. Comentário sobre MRV

MRV desta medida é difícil, por não contemplar reduções diretas de consumo energético. O desenvolvimento de um banco de dados e maior conhecimento sobre essa área permitem a construção de indicadores, linhas de base e critérios para acompanhamento de desempenho ao longo do tempo.

6.8. C8: Ações para Gás natural e GLP

6.8.1. Objetivos e Importância

O gás natural é um combustível fóssil que se encontra na natureza, associado ou não ao petróleo, formado por hidrocarbonetos com predominância de metano, e à temperatura ambiente e pressão atmosférica permanece em estado gasoso. (ABRACE, 2015). No setor de edificações, o seu uso está relacionado como fonte de energia para geração de eletricidade e calor.

Já o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é obtido através da refinação do petróleo bruto ou do gás natural, se liquefaz a temperaturas normais e pressões moderadas, sendo armazenado em botijões. O GLP consiste de propano ou de butano e é conhecido como gás de cozinha. (ABRACE, 2015).

Segundo dados do Estudo de Demanda, em 2014 o GLP representava 86% da fonte de cocção nos domicílios, já que a maioria dos fogões ainda utiliza GLP, sendo apenas 3,3 % da cocção com Gás Natural. Até 2030, no entanto, é estimado uma redução do consumo de GLP, reduzindo para 83%, e aumento do uso do Gás Natural,

conhecido como gás de rua, em sistemas centrais de edificações, ampliando sua participação para 9,4%. (EPE, 2014).

Já o aquecimento no banho no setor residencial, em 2014, era 83,6% elétrico, 6% solar, 4,4% de GN e 6% de GLP. Porém com o aumento da inserção de sistemas de aquecimento solar (SAS) no país, é previsto que até 2030, a contribuição elétrica diminua e o aquecimento solar represente 16,9%, com um aumento do gás natural para 12% (EPE, 2014).

No setor comercial e de serviços, segundo dados da Pesquisa de Posse e Hábitos (ELETROBRAS/PROCEL, 2007), temos as seguintes participações em relação ao consumo total:

Tabela 6-2. Distribuição de consumo de GN e GLP

	Hotéis	Hospitais	Supermercado	Instituições de ensino	Banco
GN	11%	5,6%	8,1%	1,4%	1,8%
GLP	23,9%	27,8%	16,8%	2,7%	0%

6.8.2. Ações propostas

A fim de estabelecer melhorias nesse setor até 2030, as seguintes ações são propostas:

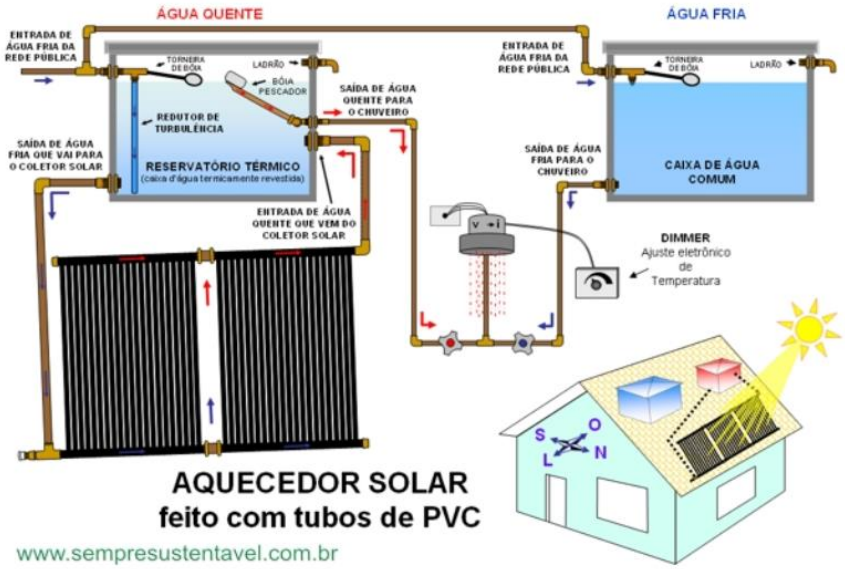
Tabela 6-3. Ações propostas na área de gás natural e GLP

C 9	Gás Natural (GN) e Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) em edificações	
1.1	Priorizar o Sistema de Aquecimento Solar (SAS) e bombas de calor no PBE Edifica	• Para receber o nível A do PBE edifica atual, é necessário ter um coletor solar e reservatório térmico com classificação A, ou bomba de calor, ou aproveitamento de calor, ou aquecedores individuais a gás. • Esta medida propõe a priorização de sistemas de aquecimento solar e bombas de calor, em relação aos aquecedores centrais e individuais a gás.
1.2	Estabelecer índices mínimos para fogões, fornos (GLP e GN)	• Realizar estudos para determinar o estoque atual, base instalada e vendas de fogões a gás no Brasil; • Estabelecer nível mínimo de eficiência o Selo CONPET, nível A até 2030
1.3	Estabelecer índices mínimos para aquecedores a gás (GN)	• Realizar estudos para determinar o estoque atual, base instalada e vendas de aquecedores de água à gás no Brasil; • Estabelecer nível mínimo de eficiência o Selo CONPET, nível A até 2030
1.4	Explorar o potencial de recuperação de calor no aquecimento de água (GN)	• Investir na melhoria da tecnologia existente • Explorar o potencial de recuperação de calor em sistemas centrais e individuais. • Cases internacionais: no Japão existe um sistema de aquecimento de água chamado “Ecojozu” que possui um segundo trocador de calor que diminui as perdas do sistema e tem uma eficiência de 95%.

C 9	Gás Natural (GN) e Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) em edificações	
1.5	Estimular e desenvolver aquecedores solares de baixo custo para aquecimento de água	• Estimular o uso de aquecedores solares de baixo custo, no setor residencial. • Ex: Criar workshops de coletores a partir de tubos de PVC. • Redução estimada em até 35% do consumo elétrico residencial
1.6	Estimular e introduzir no mercado bombas de calor de elevado nível de eficiência energética	• Investir na melhoria da tecnologia existente • Redução do consumo elétrico residencial

A imagem a seguir ilustra um exemplo de sistema de aquecedores solares de baixo custo, realizado com tubos de PVC:

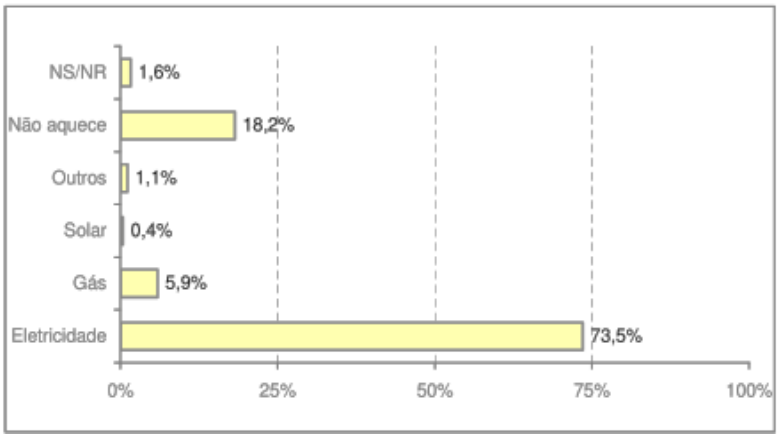
Figura 6-1. Esquema de aquecimento solar a partir de tubos de PVC. (SEMPRE SUSTENTÁVEL)



6.8.3. Comentários para avaliação quantitativa

Através da Pesquisa de Posse e Hábitos (ELETROBRAS/PROCEL, 2007), sabe-se que em 2005, 80,9% das residências possuíam aquecimento de água, sendo 73,5% elétrico e 5,9% à gás, e apenas 0,4% solar. Considerando os dados da PNAD, temos um total de **53**,12 milhões de domicílios, sendo 3,13 milhões de domicílios com chuveiros a gás no país.

Figura 6-2.Fonte utilizada para aquecimento de água no banho. (ELETROBRAS/PROCEL, 2007)



Para o quantitativo de utilização de GLP na cocção, é necessário realizar um estudo de levantamento da base instalada no país e a quantidade de vendas por tipo de fogão (GLP, GN, elétrico). Ainda existem poucos estudos e informações a respeito.

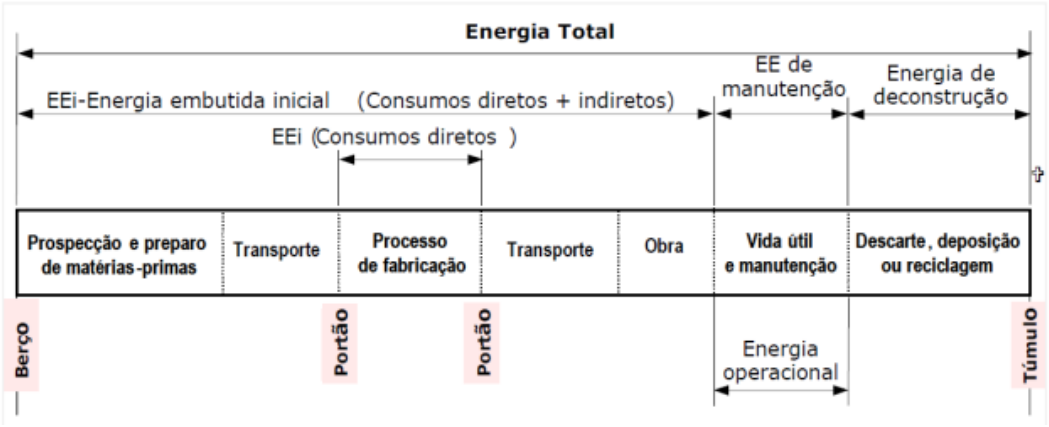
6.9. C9: Questões relacionadas a energia embutida dos edifícios

6.9.1. Objetivo

Além de ser responsável para o consumo de 40% dos insumos energéticos, o setor da Construção Civil globalmente é também responsável pelo consumo de 50% de todos recursos naturais (TAVARES, 2006). Além da energia utilizada para o condicionamento artificial dos ambientes, o consumo total de energia de uma edificação está relacionado à sua energia incorporada, que resulta da energia utilizada para construir a edificação e produzir os seus materiais.
A Análise de Ciclo de Vida (ACV) é uma das ferramentas que foi desenvolvida para permitir a avaliação dos impactos gerados ao longo do Ciclo de Vida de uma edificação, realizando-se um inventário que inclui recursos naturais, materiais e energéticos utilizados em cada fase.

O termo “Energia Global” engloba todo o ciclo de vida energético de um edifício, desde seus componentes e cada matéria-prima, até a desconstrução, conforme as sete fases do ciclo de vida de uma edificação (TAVARES, 2006). O conceito de “Energia Embutida” corresponde às fases de pré-uso, do preparo da matéria-prima até a obra, conforme descrito na Figura 6-3.

Figura 6-3. Ciclo de vida energético e a relação entre energia embutida e energia operacional. Fonte: (TAVARES 2006).



Pesquisas internacionais apresentam índices de energia embutida nas edificações residenciais em torno de 4,0 a 4,5 GJ/m². No Brasil, pesquisas apontam para valores de 3,0 a 4,0 GJ/m² seguindo os estudos de CETEC/MG (1982), (PIETROBON ET AL. , 1995) e (TAVARES e LAMBERTS, 2004).

No estudo de Triana (2016) avaliou-se a adoção de medidas de eficiência energética como paredes e coberturas de baixa transmitância térmica e absortância em projetos de edificações unifamiliares e multifamiliares do PMCMV, a partir da ACV de edificações representativas desses projetos, considerando cenários de mudanças climáticas. Os indicadores de desempenho considerados foram o consumo energético e as emissões de CO2 no ciclo de vida e o indicador econômico foi o custo no ciclo de vida. As simulações termoenergéticas da fase de uso foram elaboradas pelo programa EnergyPlus. O estudo demonstrou que há uma baixa variabilidade de tipologias no PMCMV e aponta a necessidade de adaptação bioclimática dos projetos. O estudo também mostrou que, em um cenário de aquecimento global, a adoção de medidas de eficiência energética para melhorar o desempenho termoenergético da edificação e o conforto térmico do usuário é imprescindível.

Os principais detalhes relevantes quanto ao setor de edificações no Brasil são, segundo (TAVARES, 2006):

- a fabricação de cimento gera grandes quantidades de dióxido de carbono;
- o alumínio consome grandes quantidades de energia elétrica em sua produção;
- as cerâmicas vermelhas utilizam madeiras de reservas naturais;
- aços e ferros fundidos consomem carvão mineral, gerando grandes quantidades de dióxido de carbono.

Apesar do impacto ambiental significativo da extração, fabricação, e construção de um edifício, a avaliação Energia Embutida continua sendo raramente aplicada. Parte por causa de uma grande carência de dados para poder realizar uma avaliação quantitativa, e parte por cause de falta de conhecimento e atribuição de importância. A metodologia e software de certificação de sustentabilidade EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) propõe um método inovador de avaliação de energia embutida nos principais elementos construtivos (INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC)).

À medida que os edifícios reduzem o seu consumo de energia operacional, a energia embutida passa a ter uma importância ainda maior na avaliação de ciclo de vida de um edifício, como se começou a perceber em projetos de *retrofit* na Europa (RITZEN ET AL., 2013). Projetos de alto desempenho, ou projetos de *retrofit*, têm uma tendência de aumentar a energia embutida da edificação.

Portanto, visando uma qualidade de desempenho global de uma edificação, a otimização requer e depende da integração da avaliação de energia operacional e a avaliação de energia embutida dentro do processo de desenvolvimento de uma edificação.

A avaliação do ciclo de vida é regulamentada pela ISO 14040 (ABNT, 2009) e avalia os impactos ambientais dos produtos através da quantificação das entradas e saídas (de material, de energia, entre outros) no seu ciclo de vida, para que se possa obter, entre outros objetivos, produtos com melhor desempenho ambiental.

Diversas ferramentas têm sido desenvolvidas para facilitar a implementação da metodologia da ACV em edificações, dentre as quais destacam-se: o Gabi (Alemanha), o SimaPro (Holanda), o TEAM (França), o LCAiT (Suécia). A ACV é muito útil para a análise dos processos elementares que compõem as fases do ciclo de vida da edificação. Porém, destaca-se a necessidade de um banco de dados sobre os materiais utilizados na edificação para quantificar o custo-benefício ao longo do ciclo de vida da edificação para que seja definida a sua viabilidade.

Destaca-se a necessidade de investir em medidas de eficiência energética e em materiais com baixa energia incorporada a fim reduzir o consumo de energia elétrica e as emissões de CO2 durante o ciclo de vida das edificações. O projeto de ACV do CBCS visa criar uma plataforma de informações com indicadores de sustentabilidade de materiais, produtos e componentes para auxiliar profissionais e consumidores na tomada de decisão. Esta iniciativa identifica cinco aspectos: consumo de energia, consumo de água, consumo de matérias primas, geração de resíduos e emissão de CO2.

A quantificação da energia no ciclo de vida dos edifícios com base na energia primária representa uma indicação sobre as emissões de gases de efeito estufa provenientes dos edifícios e o seu impacto no meio ambiente.

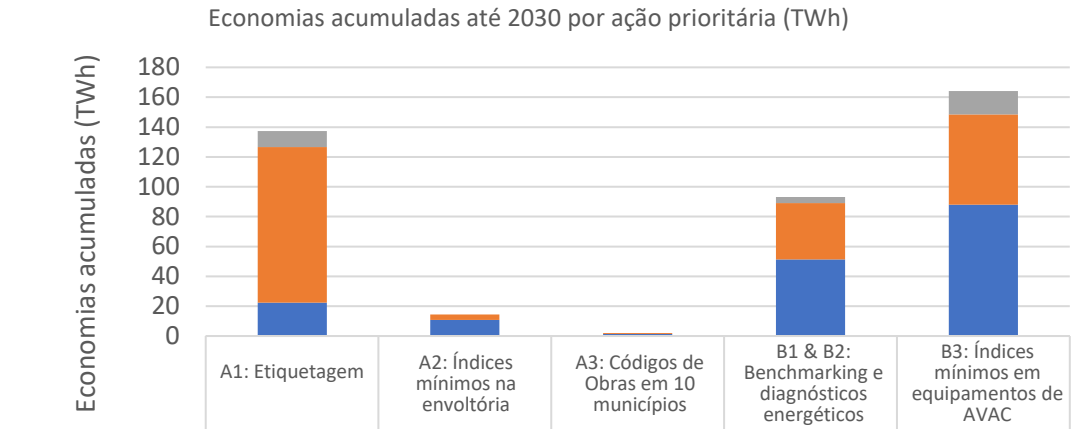
7. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS

7.1. Resultados e Conclusões

Após o desenvolvimento e análise das ações propostas, conclui-se que as medidas mais efetivas em termos de ganhos de eficiência energética são as medidas de obrigatoriedade da etiquetagem de edifícios, benchmarking e facilitação de diagnósticos energéticos, e índices mínimos para equipamentos de ar condicionado conforme a ASHRAE 90.1 (ASHRAE, 2016).

Os resultados de quantidade de energia economizada até 2030 por cada medida são descritos na Figura 7-1.

Figura 7-1. Total de economias de energia acumulada até 2030



	A1: Etiquetagem	A2: Índices mínimos na envoltória	A3: Códigos de Obras em 10 municípios	B1 & B2: Benchmarking e diagnósticos energéticos	B3: Índices mínimos em equipamentos de AVAC
Setor Público	11	0	0	4	16
Setor Comercial	104	4	0,6	38	61
Setor Residencial	22	11	1	51	88

Destaca-se que a medida com o maio ganho em economia de energia é a medida de índices mínimos em equipamentos de ar condicionado. Esta medida tem economias significativas porque abrange tanto o setor de novas construções quanto o de edifícios existentes. Os edifícios existentes representam o maior mercado, especialmente quando não se limita a reformas.

Essa penetração no mercado de edifícios existentes explica por que os ganhos desta medida de índices mínimos são tão maiores que as outras medidas, particularmente a de etiquetagem.

A medida de Código de Obras apresenta uma economia comparativamente pequena em relação às outras. Isso se explica pelo fato de apenas ter sido aplicada aos novos edifícios públicos nos 10 maiores municípios.

A Tabela 7-1 descreve as economias acumuladas pelas medidas de etiquetagem, diagnósticos energéticos e índices mínimos, em função do consumo de cada setor:

Tabela 7-1. Economias acumuladas das ações A1, B1 e B2, e B3

	Energia economizada (TWh)	**% economizada em relação ao total de consumo previsto até 2050** (EPE, 2018)
Economizado Ação A1	138	3,3%
Economizado Ações B1 e B2	93	2,3%
Economizado Ação B3	164	4,0%

Conforme mencionado anteriormente, estas economias não estão cumulativas umas com as outras.

Destaca-se que para atingir ao compromisso de 10% de economia de energia através da eficiência energética até 2050 (EPE, 2007), será necessária a implementação de todas medidas mencionadas, e mais ainda.

Foram também calculadas estimativas de recursos necessários para a implementação das medidas de etiquetagem e benchmarking e diagnósticos energético, por serem medidas que necessitam de uma mão de obra qualificada e infraestrutura significativa.

Tabela 7-2. Recursos técnicos para inspeção de etiquetagem

	Até 2025	**2025-2030**
Inspetores OIA	170 (34 por ano na média)	1.106 (102 por ano na média)
Pessoas credenciadas	19.749 (3.950 por ano na média)	46.363 (9.273 por ano na média)

Tabela 7-3. Quantidade de auditores e edifícios auditados até 2030

	Até 2025	**2025-2030**
Auditores	62.357 (12.471 por ano na média)	82.896 (16.579 por ano na média)
Edifícios auditados	3.759.911 (751.982 por ano na média)	4.993.837 (998.767 por ano na média)

Os conceitos da obrigatoriedade e de índices mínimos representam o maior potencial de transformação de mercado de eficiência energética em edificações.

7.2. Prioridades para atuação e necessidade de integração com diferentes órgãos de governo

A coordenação das ações pelos diversos atores será primordial para a realização das economias potenciais de cada medida.

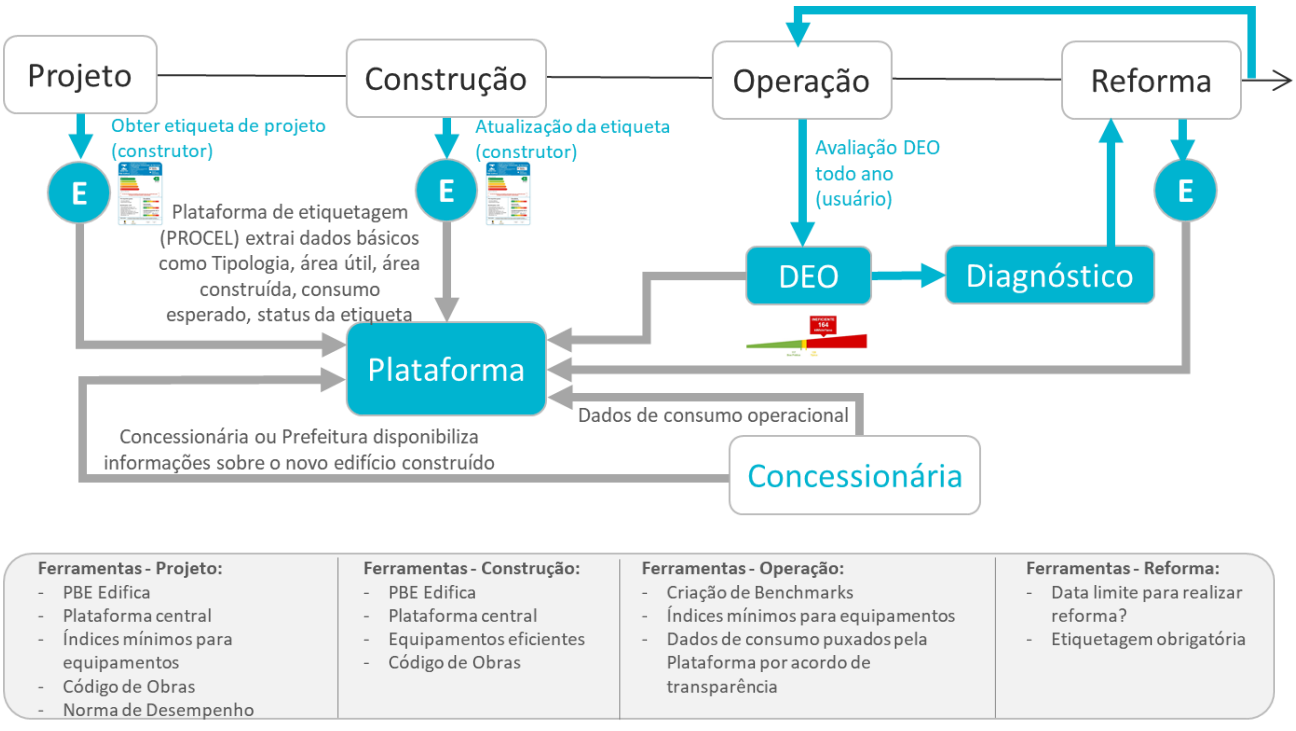
Recomenda-se criar um Plano de Ação gradativo, claro e transparente, com responsabilidades e interfaces entre os diferentes atores bem definidas. Em seguida, destaca-se a necessidade de se realizar programas de comunicação, divulgação do plano, seguido por capacitação focada para cada ator integrante.

7.3. Ordem de implantação de medidas e criação de infraestrutura centralizada para gerenciar todas

As ações prioritárias deveriam ser implantadas de forma integrada, aproveitando do poder potencializador uma com a outra.

A Figura 7-2 demostra como cada medida pode ser integrada com as outras, identificando as ferramentas transversais necessárias.

Figura 7-2. Integração das ações propostas, e ferramentas complementares



Destaca-se a importância de ter uma Plataforma centralizadora.

O potencial desta Plataforma inclui:

- Banco de dados de todos novos edifícios construídos, e de edifícios existentes também, servindo para futuros estudos para o desenvolvimento de políticas e programas focados;
- Interfaces de acesso diferentes para municípios, proprietários, construtores, Inmetro, o público, entre outros;
- Permite comparação entre consumo previsto da edificação (pelo PBE Edifica) e consumo operacional (pelo DEO);
- Permite fiscalização fácil da adesão ao Código de Obras, Norma de Desempenho, PBE Edifica;
- Pode ser alimentado por dados suplementares como da Concessionária.

Está proposto que esta Plataforma seja desenvolvida e hospedada incialmente dentro do âmbito do Procel.

7.4. Importância de correlação efetiva com medidas tributárias e de financiamento

A otimização dos recursos financeiros e fontes de incentivos é essencial para fomentar a transformação do mercado pela implementação das ações propostas.

O próximo passo será de integrar as ações propostas com fontes de financiamento apropriadas, identificadas e desenvolvidos pelo Estudo 6. Financiamento, realizado em paralelo.

As áreas de foco para os mecanismos deveriam ser:

- Incentivos fiscais sobre o IPTU para edifícios que superam o nível mínimo de etiquetagem em construções novas e reformas;
- Incentivos fiscais sobre o IPTU para edifícios que atingem o nível “eficiente” do *benchmark* pela avaliação DEO;
- Multas, ou retenção de alvará de construção para edifícios fora dos padrões da norma;
- Financiamento para programas de diagnósticos energéticos e retrofits;
- Financiamento para capacitação.

7.5. Criticidade de levantamentos de informações e outras ações estruturantes da área

O desenvolvimento deste presente trabalho destacou a carência de dados estruturados sobre o setor de edificações. Pouquíssimos municípios têm centralizado dados de consumo de edifícios, e não existem dados completos centralizados por setor ou a nível estadual ou nacional.

O levantamento do parque de edifícios existentes e sendo construídos, e a suas características, é essencial para desenvolver políticas focadas, para estimar o impacto, e para realizar o MRV de qualquer ação de eficiência energética.

A criação de estruturas de dados necessita da participação de diversos atores, como órgãos governamentais, a academia, e pesquisas especialistas. É essencial que as ações sejam coordenadas

REFERENCIAS

Bibliografia

ABNT. **NBR 15220: Desempenho térmico para edificações**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2005.

ABNT. **NBR 15575: Norma de Desempenho**. [S.l.]. 2013.

ABNT. **NBR 10821:2017 - Esquadrias para edificações**. ABNT. [S.l.]. 2017.

ABRACE. Conceitos e definições do setor de gás natural, 2015. Disponivel em: <http://abrace.org.br/wp-content/uploads/2015/12/cartilha_gas.pdf>. Acesso em: mar. 2018.

ABRAVA. **Apresentação da ABRAVA sobre o mercado de ar condicionado**, 2017.

ANEEL. **Resolução Normativa No. 687, de 24 de novembro de 2015.**. [S.l.]. 2015.

ASHRAE. **Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (SI Edition)**. [S.l.]. 2016.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto 45765/01 | Decreto nº 45.765, de 20 de abril de 2001. **Assembleia Legistlativa do Estado de São Paulo, Secretaria Geral Parlamentar, Departamento de Documentação e Informação**, 2001.

BORGSTEIN, E.; LAMBERTS, R. **Developing energy consumption benchmarks for buildings: bank branches in Brazil**. Energy and Buildings v.82 p. 82-91. [S.l.]. 2014.

BUENO, O. **Estudo para elaboração do Programa Paulista de Energia do período de 2020-2030**. ABRAVA. São Paulo. 2017.

C2E2. **SE4All Energy Efficiency Hub.**, 2017. Disponivel em: <http://kms.energyefficiencycentre.org>. Acesso em: 15 dez. 2017.

CB3E. **Proposta de método para avaliação da eficiência energética com base em energia primária de edificações comerciais, de serviços e públicas**. [S.l.]. 2017.

CBCS. **Desenvolvimento de benchmarks nacionais de consumo energético de edificações em operação. Comunicação técnica.** [S.l.]: [s.n.], 2014.

CBCS. **Benchmarking de edifícios públicos - Projeto 3E Transformação do Mercado de eficiência energética no Brasil**. CBCS/PNUD/MMA/GEF. São Paulo. 2017.

CBCS. http://benchmarkingenergia.cbcs.org.br/. **Benchmarking de Energia**, 2017.

CEBDS. **Guia para emissão de títulos verdes no Brasil**. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. [S.l.]. 2016.

CHEHEBE, J. R. B. **Análise de Ciclo de Vida de Produtos - ferramenta gerencial da ISO 14000**. Qualitymark Ed. Rio de Janeiro. 1998.

EC. **National Energy Efficiency Action Plans and Annual Reports**, 2017. Disponivel em: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive/national-energy-efficiency-action-plans>. Acesso em: 15 dez. 2017.

EDGE. Excellence in Design for Greater Efficiencies, 2018. Disponível em: https://www.edgebuildings.com/projects/. Acesso em Junho de 2018.

ELETROBRAS, P. **Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no**. [S.l.]. 2007.

ELETROBRAS/PROCEL. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso - Ano base 2005**. Rio de Janeiro. 2007.

ENTREVISTA BUENO. **Entrevista realizada com Oswaldo Bueno em 21 de fevereiro de 2018.** [S.l.]: [s.n.], 2018.

ENTREVISTA SINDUSCON-SP. **Francisco Vasconcellos e Lilian Sarrouf**. [S.l.]. 2018.

EPE. **Plano Nacional de Energia 2030**. [S.l.]. 2007.

EPE. **Série Estudos da Demanda de Energia. Nota Técnica DEA 13/14: demanda de energia 2050. Plano Nacional de Energia 2050.** Rio de Janeiro. 2014.

EPE. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica**. [S.l.]. 2016.

EPE. **Nota Técnica DEA 13/15 Demanda de Energia 2050**. [S.l.]. 2016.

EPE. **Dados internos para Projeções do PNE 2050**. Rio de Janeiro. 2018.

EPE/FOCO. **Carcaterização do Uso de Energia no Setor de Serviços: Resultados da Pesquisa**. [S.l.]. 2015.

FGV. **Edificações sustentáveis e eficiência energética**. Centro de Estudos em Sustentabilidade (GVces) da Fundação Getúlio Vargas (FGV) e a Federação Brasileira de Bancos (FEBRABAN). [S.l.]. 2017.

FOCO, E. E. **Carcaterização do Uso de Energia no Setor de Serviços: Resultados da Pesquisa**. [S.l.]. 2015.

FROST & SULLIVAN. Artigo: O Mercado de Big Data na América Latina irá triplicar até 2022, impulsionado por soluções de análise em tempo real. **https://ww2.frost.com/news/press-releases/o-mercado-de-big-data-na-america-latina-ira-triplicar-ate-2022-impulsionado-por-solucoes-de-analise-em-tempo-real/**, 2017.

GBC BRASIL. Referencial Casa, 2018. Disponível em: http://www.gbcbrasil.org.br/empreendimentos-casa.php. Acesso em Junho de 2018.

GBPN. **Building policies for a better world:** databases and tools., 2017. Disponivel em: <http://www.gbpn.org/databases-tools>. Acesso em: 15 dez. 2017.

GOMES, A. F. **EficiÊncia Energética em Edificações Públicas do Poder Executivo Federal: Oportunidades e desafios no contexto do Programa Brasileiro de Etiquetagem**. [S.l.]. 2017.

HQE. France's reference certification scheme, 2018. Disponível em: http://www.behqe.com/hqe-in-the-world/list-of-projects. Acesso em Junho de 2018.

IBAM. Modelo para Elaboração de Código de Obras de Edificações, 2012. Disponível em: http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/guia_codigo_obras_1.pdf. Acesso em Junho de 2018.

IBGE. **Síntese de Indicadores Sociais: Uma analise das condições de vida da população brasileira**. [S.l.]. 2015.

IBGE. Estimativa populacional dos municípios brasileiros - 2017, 2017.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Perfil dos Municípios Brasileiros, 2015. Disponivel em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2015/default_xls.shtm>. Acesso em: mar. 2018.

IEA. **Energy performance certification of buildings:** a policy tool to improve energy efficiency. Paris: [s.n.], 2010.

IEA. **Progress implementing the IEA 25:** energy efficiency policy recommendations. Paris: OECD, 2011.

IEA. **Modernising Building Energy COdes to secure our Global Energy Future. Policy Pathway**. [S.l.]. 2013.

IEA. **Modernising building energy codes**. Paris: [s.n.], 2013a.

IEA. **Technology roadmap:** energy efficient building envelopes. Paris: OECD, 2013b.

IEA. **Transition to sustainable buildings:** strategies and opportunities to 2050. Paris: OECD, 2013c.

IEA. **Capturing the multiple benefits of energy efficiency**. Paris: OECD, 2014.

IMT. **Building Rating:** sharing transparency for a more efficient future., 2017. Disponivel em: <https://www.buildingrating.org/>. Acesso em: 15 dez. 2017.

INMETRO. **Portaria 163 de 08 de junho de 2009: Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Rio de Janeiro. 2009.

INMETRO. **Programa Brasileira de Etiquetagem.**, 2017. Disponivel em: <http://www2.inmetro.gov.br/pbe/>. Acesso em: 15 dez. 2017.

INMETRO. Tabelas de consumo de eficiência energética de condicionadores de ar. **Inmetro - Informação ao consumidor**, 2018. Disponivel em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores.asp>.

INSTITUTO CLIMA E SOCIEDADE (ICS). **Edifícios de baixo carbono no Brasil: Aspectos e insumos para programas**. [S.l.]. 2017.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION (IFC). EDGE - Excellence in Design for Greater Efficiencies. Disponivel em: <www.edgebuildings.com>. Acesso em: 2018.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORTATION (IFC). EDGE - Excellence in Design for Greater Efficiencies. Disponivel em: <https://www.edgebuildings.com/>.

IPEEC. **Building energy rating schemes:** assessing issues and impacts. Paris: [s.n.], 2014.

JANNUZZI ET AL. Políticas públicas para promoção da eficiÊncia energética e microgeração renovável em edificações no Brasil: uma análise multicritério. **International Energy Initiative: energy discussion paper**, Campinas, 2012.

LEED. Leadership in Energy and Environmental Design, 2018. Disponível em: https://www.usgbc.org/projects/list. Acesso em Junho de 2018.

MELO, A. P. **Palestra: Transformação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil**. [S.l.]. 2017.

MELO, A.; JANNUZZI, G. Energy efficiency standards for refrigerators in Brazil: a methodology for impact evaluation. **Energy Policy v.38**, p. p. 6545-6550, 2010.

MMA. Programa 3E - Contratos de Desempenho. **http:** //www.mma.gov.br/component/k2/item/11664-contratos-de-desempenho, 2017.

MME. **Balanço de energia útil BEU 2005**. Brasília. 2005.

MPOG. **Instrução Normativa No. 02, de 4 de junho de 2014**. Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. [S.l.]. 2014.

MPOG/SLTI. **Instrução Normativa nº2 de 04 de junho 2014**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. [S.l.]. 2014.

NEVES, L. **Apresentação de Eficiência Energética no setor da construção civil através da certificação**. São Paulo. 2015.

NEVES, L. **Envoltória, ventilação natural e desempenho energético de edificações**. Eficiência Energética em Edificações: Contribuição das Soluções Passivas e Subsisteams da Edificação. São Paulo: GIZ, SindusCon-SP. 2017.

NOGUEIRA, L. H. **Índices mínimos de eficiência energética: estudos e insumos para o Plano de Ação de Eficiência Energética. Produto 1**. [S.l.]. 2017.

ODYSSEE-MURE. ODYSSEE-MURE PROJECT, 2018.

PIETROBON ET AL.. **Análise comparativa do consumo energético na fase de fabricação dos materiais de construção**. ANTAC. [S.l.]. 1995.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Selo BH Sustentável:** Certificação em sustentabilidade ambiental de empreendimentos de Belo Horizonte., 2017. Disponivel em: <http://cesa.pbh.gov.br>. Acesso em: 15 dez. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR. **IPTU Verde**, 2017. Disponivel em: <http://iptuverde.salvador.ba.gov.br/>. Acesso em: 15 dez. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. **Qualificação Qualiverde:** Legislação de incentivo às construções sustentáveis, 2017. Disponivel em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smu/exibeconteudo?id=4368435>. Acesso em: 15 dez. 2017.

PRESIDÊNCIA DA REPUBLICA. DECRETO No 99.656, DE 26 OUTUBRO DE 1990., 1990.

PROCEL. **Plano Anual de Aplicação de Recursos do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL**. PROCEL. Rio de Janeiro. 2017.

PROCEL. **Resultados Procel 2017**. Eletrobrás. [S.l.]. 2017.

PROCEL, E. **Orientações gerais para a Conservação de Energia em Prédios Públicos**. [S.l.]. 2011.

RITZEN ET AL. **Comparação e desenvolvimento de soluções sustentáveis de retrofit de fachadas na Holanda**. [S.l.]. 2013.

RORIZ, M. **Uma proposta de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro**. ANTAC. São Carlos, p. 22 p. 2012.

RORIZ, M. **Classificação de climas do Brasil - Versão 3.0**. ANTAC. São Carlos, p. 5. 2014.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Implementing Energy Efficient Data Centers**. Schneider Electric. [S.l.], p. 13. 2010.

SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO. SÃO PAULO (ESTADO). **Anuário de Energéticos por Município no Estado de São Paulo - 2017 ano base 2016**. Secretaria de Energia e Mineração. São Paulo. 2017.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Disponivel em: <http://www.sempresustentavel.com.br/solar/aquecedor/aquecedor-solar.htm>. Acesso em: Março 2018.

SHAH ET AL. **Opportunities for Simultaneous Efficiency Improvement and Refrigerant Transition in Air Conditioning**. Lawrence Berkeley National Laboratory. [S.l.]. 2017.

SORGATO, M. J. E. A.**. Nota Técnica Referente à Avaliação Para a Norma de Desempenho NBR 15575 em Consulta Pública**. Florianópolis. 2012.

SORGATO, M. J. et al. **Análise do procedimento de simulação da NBR 15575 Para avaliação do desempenho térmico de edificações residenciais**. Porto Alegre. 2014.

TARJAB. **Entrevista com Carlos Borges, CEO**. [S.l.]. 2018.

TAVARES, S. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. UFSC. Florianópolis. 2006.

TAVARES, S. F.; LAMBERTS, R. **Estudos comparativos sobre consumo energético no ciclo de vida de edificações residenciais do Brasil, Australia e Suécia**. In X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC. São Paulo. 2004.

TECH IN BRAZIL. https://techinbrazil.com.br/maiores-data-centers-no-brasil, 2015.

UNIÃO, P. D. Consulta de Imóveis da União, 2017.

US DEPARTMENT OF ENERGY. **Measuring State Energy Code Compliance**. [S.l.]. 2010.

US DEPARTMENT OF ENERGY. **Benchmarking & Transparency Polcy and Program Impact Evaluation Handbook**. [S.l.]. 2015.

US DEPARTMENT OF ENERGY. **Saving Energy and Money with Buildings Energy Codes in the United States**, 2016. ISSN DOE/EE-1087. Acesso em: mar. 2018.

WBCSD. **Energy efficiency toolkit for buildings**, 2017. Disponivel em: <http://www.eeb-toolkit.com/>. Acesso em: 15 dez. 2017.

WEB, P. **http:** //piniweb17.pini.com.br/construcao/noticias/informalidade-representa-608-do-setor-construcao-civil-79269-1.aspx, 2006.

WEC. **World Energy Perspective:** Energy efficiency policies: what works and what does not. London: World Energy Council, 2013.

WRI. **Accelerating building energy efficiency:** Eight actions for urban leaders. World Resources Institute. [S.l.]: [s.n.], 2016.

WRI. **Building efficiency initiative:** big ideas for better buildings and cities., 2017. Disponivel em: <http://www.buildingefficiencyinitiative.org/>. Acesso em: 15 dez. 2017.

LISTA DE SIGLAS

EPE
Empresa de Pesquisa Energética. *Consulte*
MME
Ministério de Minas e Energia. *Consulte*
Procel
Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 109
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

ACJ – Ar condicionado de Janela

ASHRAE – American Society Of Heating, Refrigerating and Conditioning Engineers

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

CAG – Central de Água Gelada

CAU – Conselho Regional de Arquitetura e Urbanismo

CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável

CGIEE - Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética

CONPET – Programa nacional da racionalização do uso dos derivados do petróleo e do gás natural

COP – Coeficiente de Performance

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DEO – Desempenho Energético Operacional

EE – Eficiência Energética

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

GD – Geração Distribuída

GEE – Gases a Efeito Estufa

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GN – Gás Natural

HIS – Habitação de Interesse Social

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

M&V – Medição e Verificação

OIA- Organismo de Inspeção Acreditada

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

PROCEL - Programa Nacional de Conservação da Energia Elétrica

SAS – Sistema de Aquecimento Solar

VRF – Variable Refrigerant Flow

ANEXO 1 – Priorização de medidas

Tabela A1-0-1. Critérios qualitativos de avaliação e priorização. Fonte: elaboração própria com base na metodologia Odyssee-Mure

Alta prioridade		**Peso (%)**
1	Impacto em economia de energia e possibilidade de aderência	25
2	Custo-benefício da implementação	12
3	Potencial positivo de transformação do mercado	15
4	Potencial de superação de barreiras à Eficiência energética	12
5	Estabilidade financeira para os envolvidos (*stakeholders*)	10
6	Persistência da economia de energia no tempo	8
	Subtotal	*82%*

Baixa prioridade		**Peso (%)**
7	Transferência entre regiões, setores e segmentos	4
8	Vínculo positivo com outras ações e/ou programas	2
9	Experiência e/ou maturidade tecnológica e de conhecimento no país	4
10	Redução de impactos colaterais negativos	2
11	Fomento a impactos colaterais positivos (co-benefícios)	2
12	Aceitação pelos envolvidos (*stakeholders*)	4
	Subtotal	*18%*

Os resultados da avaliação qualitativa são apresentados na Tabela A1-2.

Tabela A1-2. Resultados da avaliação qualitativa. Fonte: elaboração própria.

		Alta prioridade							**Baixa prioridade**						**Total**
Critério		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**		**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**100**
Peso (%)		*25*	*12*	*15*	*12*	*10*	*8*		*4*	*2*	*4*	*2*	*2*	*4*	
1. Etiquetagem de edifícios															
P	1.1 Tornar a etiquetagem compulsória	3	4	5	4	4	5		5	5	2	3	2	2	**3,8**
2. Índices mínimos de desempenho térmico na envoltória															
P	2.1 Estabelecer índices mínimos de envoltória	3	4	5	3	4	5		3	5	3	3	2	2	**3,7**
3. Inserção de índices de desempenho energético em códigos de obras															
R	3.1 Desenvolver modelos de códigos de obras para adoção voluntária	2	2	4	2	3	4		4	3	3	3	2	2	**2,7**
4. Índices de desempenho energético operacional															
P	4.1 Possibilitar a adoção de benchmarking e avaliação de desempenho energético operacional (DEO)	4	3	5	4	5	5		4	5	1	3	4	2	**4,0**
P	4.2 Facilitar diagnósticos energéticos e retrofits	4	4	5	4	4	4		5	4	3	4	4	3	**4,1**

		Alta prioridade						Baixa prioridade						Total
Critério		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**100**
Peso (%)		*25*	*12*	*15*	*12*	*10*	*8*	*4*	*2*	*4*	*2*	*2*	*4*	
Q	4.3 Aumentar transparência e acesso a informações de consumo	2	2	2	3	3	4	5	2	2	3	2	1	**2,5**
Q	4.4 Capacitar profissionais para EE em datacenters	2	2	3	2	4	3	3	2	2	3	2	3	**2,5**
Q	4.5 Promover satisfação de usuários e qualidade ambiental interno	1	1	3	4	5	2	2	2	2	3	2	2	**2,3**
5. Índices mínimos														
P	5.1 Melhorar índices para ar condicionado de expansão direta: Splits, VRF e Janela	5	4	3	3	2	5	5	5	4	4	3	3	**3,9**
P	5.2 Implementar índices para ar condicionado de expansão indireta: Chillers e centrais a água gelada (CAG)	5	3	3	3	2	5	5	5	2	3	3	2	**3,6**
E	5.3 Implementar índices de desempenho para no-breaks	2	2	2	2	2	5	5	2	2	3	2	2	**2,4**
Q	5.4 Implementar índices de desempenho para Elevadores	2	3	2	2	2	5	5	2	1	3	2	2	**2,5**
E	5.5 Outros índices mínimos de desempenho	4	5	3	3	3	5	5	5	4	2	3	3	**3,8**
6. Incentivo a prédios de baixo consumo														
Q	6.1 Desenvolver modelos para subsídio e incentivo	1	3	2	5	4	3	4	5	3	4	5	3	**2,8**
Q	6.2 Promover projetos pilotos	1	2	2	2	2	3	3	5	3	3	3	3	**2,1**
Q	6.3 Combinar a geração distribuída (GD) com EE	2	3	3	2	2	3	5	5	3	5	5	4	**2,8**
Outras áreas														
Q	7.1 Programa de capacitação	2	3	4	5	4	3	4	5	4	5	5	3	**3,4**
E	7.2 Avaliação de energia embutida	1	1	3	1	3	4	3	1	1	5	3	1	**1,9**

P: Ações calculadas quantitativamente; **Q**: Ações detalhadas qualitativamente; **E**: Ações para as quais são recomendados estudos.

ANEXO 2 – Premissas de cálculo Ação A1 - Etiquetagem

Setor público:

Tabela A2-0-1. Premissas de cálculo setor público

Item	Valor	Fonte
Consumo do setor Poder Público (2016)	15.022 GWh	(EPE, 2016)
Quantidade de Unidades Consumidoras (UC) no Poder Público	559.309	(EPE, 2016)
Quantidade de Unidades Consumidoras por edifício	2,9	Quantidade de UCs no poder federal (EPE, 2016) dividido por quantidade edifícios federais (UNIÃO, 2017)
Quantidade de edifícios no Poder Público	196.094	Calculado
Quantidade de edifícios públicos nos 10 maiores municípios	24.960	Calculado, baseado na quantidade de edifícios públicos em São Paulo (SECRETARIA DE ENERGIA E MINERAÇÃO. SÃO PAULO (ESTADO), 2017), e ponderado pela população de cada município (IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015).
Quantidade de edifícios federais abrangidos pela IN 02 de Eficiência Energética 2014	5.503 em 2015	(Gomes, 2017)
Consumo médio por edifício (existente)	76.606 kWh/ano	Calculado
Economia média por reforma etiquetada	33%	Economia média entre edifício Nível D e Nível A (CB3E, 2017)
Economia média por novo edifício Nível A	33%	Economia média entre edifício Nível D e Nível A (CB3E, 2017)
Taxa atual de adesão ao PBE Edifica	10%	Estimado

Setor comercial

Tabela A2-0-2. Premissas de cálculo setor comercial

Item	Valor	Fonte
Quantidade de edifícios comerciais	5.687.569	(EPE, 2016)
Consumo médio	14.297 kWh/ano	(EPE, 2016)
Quantidade com área >2000m²	33.070[14]	(EPE/FOCO, 2015)
Consumo específico médio	61 kWh/ano por m²	Média ponderada (EPE/FOCO, 2015)
Consumo médio para edifícios com área > 2000m²	121.153 kWh	Calculado
Economia média por reforma etiquetada com mínimo de Nível C	13% (33% para nível A 22% para nível B 11% nível C)	Economia média entre níveis A, B, C e D (CB3E, 2017) Distribuição estimada de construções: 5% Nível A; 10% Nível B; 85% Nível C (estimado)
Economia média por reforma etiquetada com mínimo de Nível B	23%	Economia média entre níveis A, B, C e D (CB3E, 2017) Distribuição estimada de construções: 10% Nível A; 90% Nível B (estimado)
Taxa atual de adesão ao PBE Edifica	5%	Estimado

[14] Estimado considerando a média ponderada da % de edifícios dos segmentos de hotéis, comércios varejistas, escritório, restaurantes, locais públicos, e de atividades profissionais que têm uma área interna superior a 2000m², usando os resultados da pesquisa (FOCO, 2015) e os dados de quantidade de edifícios indicados pela RAIS 2013.

Setor residencial

Tabela A2-0-3. Premissas de cálculo setor residencial

Item	Valor	Fonte
Quantidade de domicílios em 2016	69.277.000	(EPE, 2016)
Consumo médio em 2016	1.918 kWh/ano por domicílio	Calculado a partir do consumo total residencial (EPE, 2016)
Consumo médio em 2030	2.644 kWh/ano por domicílio	Calculado a partir do consumo total residencial previsto (EPE, 2007)
Economia média por nova construção etiquetada com mínimo de Nível C	13% (33% para nível A 22% para nível B 11% nível C)	Economia média entre níveis A, B, C e D (CB3E, 2017) Distribuição estimada de construções: 5% Nível A; 10% Nível B; 85% Nível C (estimado)
Economia média por nova construção com mínimo de Nível B	23%	Economia média entre níveis A, B, C e D (CB3E, 2017) Distribuição estimada de construções: 10% Nível A; 90% Nível B (estimado)
Taxa de adesão ao PBE Edifica	40%	Estimado, por conta de informalidade do mercado (WEB, 2006)

EXEMPLO DE CÁLCULO DE ECONOMIA DA MEDIDA DE ETIQUETAGEM:

O cálculo a seguir descreve a metodologia adotada para o cálculo de economia de energia por cada uma das medidas de etiquetagem. As premissas principais são descritas no capitulo 5.1 e na Tabela A2-0-1, Tabela A2-0-2 e Tabela A2-0-3.

Edifícios federais

Quantidade de edifícios em 2015 = 5.503 (GOMES, 2017)

Consumo por edifício existente = 76.606 kWh / ano

Taxa de crescimento do setor: +1,36% de 2015 até 2020; +1,66% de 2020 até 2030 (EPE, 2018)

Quantidade de edifícios em 2020 = 5.888. Quantidade de edifícios em 2030: 6.945.

Economias pela etiquetagem de edifícios existentes passando por reformas:

Antes da medida:

Quantidade de edifícios reformados = 294 por ano (5%, a partir de 2020), com um total de 2.944 até o final de 2029. Quantidade de edifícios passando por reforma que adquiram a etiqueta = 294 até 2030 (10% de adesão ao programa)

Consumo dos edifícios reformados Nível A = 51.326 kWh/ano por edifício (33% de economia).

Consumo de energia dos edifícios existentes (reformados + não reformados), cumulativo até 2030 = 4.175 GWh

Depois da medida:

Quantidade de edifícios passando por reforma que adquiriram a etiqueta = 2.944 até 2030 (100% de adesão ao programa).

Consumo de energia dos edifícios existentes (reformados + não reformados), cumulativo até 2030 = 3.806 GWh.

Economia de energia pela reforma de edifícios existentes = 4.175 – 3.806 = 369 GWh até 2030.

Economias pela etiquetagem de novos edifícios:

Quantidade de edifícios novos entre 2020 e 2030 = 1.022.

Antes da medida

Consumo de edifícios novos não etiquetados = 68.180 kWh/ano

Consumo de edifícios novos etiquetados Nível A = 45.680 kWh/ano (33% de economia em relação ao consumo de um edifício novos não etiquetado).

Quantidade de edifícios novos etiquetados: 102 (10% de adesão atual ao programa).

Consumo de edifícios novos, cumulativo até 2030: 558 GWh.

Depois da medida:

Quantidade de edifícios novos que adquiriram a etiqueta = 1.022 até 2030 (100% de adesão ao programa).

Consumo de edifícios novos, cumulativo até 2030: 386 GWh.

Economia de energia pela etiquetagem de edifícios federais novos = 558 – 386 = 171 GWh até 2030.

Total de economia de energia pela etiquetagem de edifícios existentes e novos = 369 + 171 = 540 GWh até 2030.

ANEXO 3 - Premissas de cálculo Ação B1 e B2 - Benchmarking e Diagnóstico energético

Setor público:

Tabela A3-0-1. Premissas de cálculo setor público

Item	Valor	Fonte
Consumo do setor Poder Público (2016)	15.444 GWh	(EPE, 2016)
Quantidade de edifícios no Poder Público (2016)	196.094	Calculado
Taxa de edifícios públicos ineficientes (estoque e novas construções)	65%	Calculado
Consumo médio por edifício (existente)	76.606 kWh/ano	Calculado
Potencial de economia média imediata (aplicado no mesmo ano da auditoria) por diagnóstico energético com MEEs de zero e baixo custo	18%	Economia média calculada (CBCS, 2017)
Potencial de economia média com a implementação de MEEs de médio e alto custo com reformas e retrofits ao longo de 10 anos após o diagnóstico	10% (total: 28%)	Economia média calculada (CBCS, 2017)
Taxa atual de adesão ao benchmarking e diagnósticos	100% dos ineficientes identificados no benchmarking	Estimado
Capacidade de realização de diagnósticos por auditor em 1 ano	46	Dados do autor

Setor comercial

Tabela A3-0-2. Premissas de cálculo setor comercial

Item	Valor	Fonte
Quantidade de edifícios comerciais	5.720.639	(EPE, 2016)
Consumo médio	14.297 kWh/ano	(EPE, 2016)
Consumo específico médio	61 kWh/ano por m²	Média ponderada (FOCO, 2015)
Consumo médio para edifícios com área > 2000m²	121.153 kWh	Calculado
Taxa de edifícios comerciais ineficientes (estoque e novas construções)	50 %	Estimado
Potencial de economia média imediata (aplicado no mesmo ano da auditoria) por diagnóstico energético com MEEs de zero e baixo custo	13%	Calculado (cases do autor)
Potencial de economia média com a implementação de MEEs de médio e alto custo com reformas e retrofits ao longo de 10 anos após o diagnóstico	12% (total 25%)	Calculado (cases do autor)
Taxa atual de adesão ao benchmarking e diagnósticos	100% dos ineficientes	Estimado

Item	Valor	Fonte
Capacidade de realização de diagnósticos por auditor em 1 ano	61	Dados do autor

Setor residencial

Tabela A3-0-3. Premissas de cálculo setor residencial

Item	Valor	Fonte
Quantidade de domicílios em 2016	69.277.000	(EPE, 2016)
Consumo médio em 2016	1.918 kWh/ano por domicílio	Calculado a partir do consumo total residencial (EPE, 2016)
Consumo médio em 2030	2.644 kWh/ano por domicílio	Calculado a partir do consumo total residencial previsto (EPE, 2007)
Taxa de residências ineficientes (estoque e novas construções)	100 %	Estimado
Potencial de economia média imediata (aplicado no mesmo ano da auditoria) por diagnóstico energético com MEEs de zero e baixo custo	5%	(ELETROBRAS, 2007)
Potencial de economia média com a implementação de MEEs de médio e alto custo com reformas e retrofits ao longo de 10 anos após o diagnóstico	25% (total:30%)	(ELETROBRAS, 2007)
Taxa atual de adesão ao benchmarking	100% dos ineficientes	Estimado

ANEXO 4 - Premissas de cálculo Ação B3 - Índices mínimos de equipamentos

Tabela A4-0-1. Premissas de cálculo setor de edificação e indústria

Item	Valor	Fonte
Quantidade de vendas nacionais dos 7 tipos de equipamentos de refrigeração em TR no ano de 2018	Total de 4.312.078. Tabela 5-23	(BUENO, 2017)
Base instalada nacional em TR dos 7 tipos de equipamentos de refrigeração	Total de 56.827.844. Tabela 5-24	(BUENO, 2017)
Consumo anual em 2018 (GWh)	82.044	(BUENO, 2017)
COP médio 2018 para equipamento Compacto tipo janela	2,68	Inmetro programa brasileiro de etiquetagem nível D
COP médio 2018 para equipamento Dividido cassete e piso/teto	2,81	Inmetro programa brasileiro de etiquetagem, nível C

Item	Valor	Fonte
COP médio 2018 para equipamento Dividido highwall	2,81	Inmetro programa brasileiro de etiquetagem, nível C
COP médio 2018 para equipamento Expansão direta dividido e compacto	2,8	(ENTREVISTA BUENO, 2018)
COP médio 2018 para equipamento Expansão direta com múltiplas unidades internas VRF	3,5	(NEVES, 2015)
COP médio 2018 para equipamento Chiller a água (equipamento)	4,45	ASHRAE 90.1 de 2007
COP médio dos 7 equipamentos em 2030	3,51 a 6,4	ASHRAE 90.1 de 2016 (ASHRAE, 2016)