



GUIA PARA MUNICÍPIOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NOS EDIFÍCIOS PÚBLICOS

Fevereiro de 2025



DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO



GOVERNO
DE MINAS

AQUI O TREM PROSPERA.

Sumário

Lista de Figuras	3
Lista de Tabelas	3
Lista de Siglas	4
Glossário	5
1. Introdução	7
2. Fundamentação teórica da Eficiência Energética	9
2.1. O que é Eficiência Energética	9
2.2. Auditoria, diagnóstico e revisão energética	9
2.3. Indicadores de Eficiência Energética	10
2.4. Ferramentas e metodologias de gestão energética	11
3. Aplicações de Eficiência Energética em setores críticos	15
4. Legislação e normas pertinentes	18
5. Programas e iniciativas aplicáveis à gestão e Eficiência Energética	21
6. Barreiras e desafios	25
7. Sistema de Gestão de Energia	28
8. Implementação de auditorias em edifícios públicos	32
9. Metodologia de diagnóstico	37
10. Fases da auditoria	41
10.1. Análise e documentação	41
10.2. Relatório da auditoria energética	42
10.3. Áreas e usos de energia	44
10.5. Investimentos e propostas	47
10.6. Verificação e auditorias	48
11. Instrumentos de financiamento	51
11.1. Linhas de crédito do BNDES	51
11.2. Outras linhas de crédito (FGEnergia, Banco do Brasil)	54
12. Conclusão	56
Referências	57
ANEXOS	61
Anexo I : Ferramentas de Análise e Diagnóstico Energético para Edificações Públicas	61
Anexo II: Fontes de Informação e Ferramentas sobre Eficiência Energética	64

Lista de Figuras

Figura 1. PDCA Energético.	13
Figura 2. Linha do tempo das principais políticas e marcos regulatórios de eficiência energética no Brasil (1981-2005).	19
Figura 3. Evolução das políticas de eficiência energética e etiquetagem no Brasil (2006-2023).	19
Figura 4. Selo Procel e etiqueta Nacional de Conservação de Energia	22
Figura 5. Iniciativas de Eficiência Energética em Minas Gerais	24
Figura 6. Fluxo de Ações para Auditoria Energética.	30
Figura 7. Fluxograma de Análise de Eficiência Energética	34
Figura 8. Fluxograma do processo de Diagnóstico Energético	38

Lista de Tabelas

Tabela 1. Aplicações de eficiência energética, políticas, ferramentas e fontes de informação.	16
Tabela 2. Desafios e Propostas sobre eficiência energética	26
Tabela 3. Níveis de auditoria energética.	29
Tabela 4. Checklist Operacional da Auditoria Energética em Edifícios Públicos.	35
Tabela 5. Checklist Operacional do Diagnóstico Energético Inicial	39
Tabela 6. Opções do IPMVP e Aplicações em Edifícios Públicos.	42
Tabela 7. Exemplos de EnPIS por tipologia de edifícios.	45
Tabela 8. Classificação dos Projetos Elegíveis no PEE da CEMIG.	52
Tabela 9. Comparativo de linhas de crédito nacionais para eficiência energética.	54
Tabela 10. Ferramentas de Análise e Diagnóstico Energético para Edificações Públicas	62
Tabela 11. Fontes e Ferramentas de embasamento teórico de soluções, acompanhamentos e diagnósticos energéticos.	64

Lista de Siglas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.
CDE – Conta de Desenvolvimento Energético.
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais.
CGIEE – Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética.
COP / SEER – Coefficient of Performance / Seasonal Energy Efficiency Ratio (climatização).
EPE – Empresa de Pesquisa Energética.
ENBPar – Empresa Brasileira de Participações em Energia Nuclear e Binacional.
ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (edificações).
ESCO – Empresa de Serviços de Conservação de Energia.
EUI – Energy Use Intensity (kWh/m²·ano).
FG – Energia – Fundo Garantidor para Crédito a Eficiência Energética.
FV – Fotovoltaica.
GD – Geração Distribuída.
GEM – Gestão Energética Municipal.
HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning (climatização).
INI-C / INI-R – Instruções Normativas Inmetro para Edificações (Comercial/Residencial).
IPMVP – Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance.
ISO 50001 / 50002 – Sistemas de Gestão de Energia / Auditoria energética.
LCC – Life-Cycle Cost (Custo do Ciclo de Vida).
M&V – Medição e Verificação.
MME – Ministério de Minas e Energia.
O&M – Operação e Manutenção.
OIA – Organismo de Inspeção Acreditado (etiquetagem).
ORC – Oportunidades de Racionalização de Consumo.
PAR Procel – Plano Anual de Aplicação de Recursos do Procel.
PBE / PBE Edifica – Programa Brasileiro de Etiquetagem (Edificações).
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento.
PEE / PROPEE – Programa de Eficiência Energética da ANEEL / Procedimentos do PEE.
Procel / Procel Reluz / Procel Edifica – Programas do Procel (nacional, iluminação pública, edificações).
RAC – Requisitos de Avaliação da Conformidade (edificações).
RTQ-C / RTQ-R – Requisitos Técnicos da Qualidade para Edificações (histórico).
SEDE-MG – Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais.
SIN – Sistema Interligado Nacional.
SMF – Sistema de Medição e Faturamento (submedição e telemetria).

Glossário

Diagnóstico energético – Levantamento do perfil de consumo/uso e identificação de oportunidades de melhoria; pode apoiar a Revisão Energética (ISO 50001) ou ser usado de forma independente.

Baseline (linha de base) – Consumo antes do projeto (≥ 12 meses, ajustado por clima/ocupação). Base para medir economias (IPMVP).

Auditoria (ISO 50002) – Processo normativo de auditoria energética com escopo e fronteiras definidos, com relatório de recomendações priorizadas.

Sistema de Gestão de Energia (ISO 50001) – Práticas para planejar, executar, monitorar e melhorar o desempenho energético no tempo.

M&V / IPMVP – Medição e Verificação com baseline, variáveis independentes e métodos aceitos para comprovar economias.

EUI (kWh/m²-ano) – Indicador de intensidade de uso de energia por área útil; base para metas por tipologia.

ENCE / PBE Edifica – Etiqueta de eficiência de edificações emitida via RAC/INI por OIA acreditado; recomenda-se meta mínima de classe B/A.

INI-C / INI-R – Critérios técnicos do Inmetro para avaliação de edificações comerciais e residenciais.

LCC (ciclo de vida) – Comparação de alternativas considerando CAPEX + OPEX + vida útil em compras/obras.

HVAC eficiente – Sistemas de climatização com COP/SEER elevados, dimensionados e controlados adequadamente.

SMF / telemetria / submedição – Medição por circuito crítico e registro horário para gestão contínua e validação de resultados.

PEE / PROPEE – Regras da ANEEL para financiar projetos de eficiência (chamadas públicas, M&V obrigatório, documentação).

FG-Energia (BNDES) – Garantia de crédito para projetos de eficiência, destravando investimentos municipais.

Procel (Reluz/Edifica) – Programas federais de referência para iluminação pública e edificações.

GD FV – Geração fotovoltaica distribuída integrada à gestão de carga do prédio quando fizer sentido técnico-econômico.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Mila Batista Leite Corrêa da Costa
Secretária de Estado

Frederico Amaral e Silva
Secretário Adjunto

Bruno Araújo Oliveira
Secretário Executivo

SUBSECRETARIA DE PROMOÇÃO DE INVESTIMENTOS E CADEIAS PRODUTIVAS

Daniel Guimarães Medrado de Castro
Subsecretário

SUPERINTENDÊNCIA DE POLÍTICA MINERÁRIA, ENERGÉTICA E LOGÍSTICA

Pedro Oliveira de Sena Batista
Superintendente

DIRETORIA DE ENERGIA

Fausto Torres Magalhães Avelar

Coordenação Técnica

Maria Jose Charfuelan Villarreal

Autores:

Adriel Lemos Ferreira
Estagiário da Diretoria de Energia

Letícia Sampaio Drummond Valladares
Assessora da Diretoria de Energia

Luíza Delgado Vieira
Assessora da Diretoria de Energia

Maria Jose Charfuelan Villarreal
Assessora Técnica da Diretoria de Energia

Nicole Alvim de Assumpção Peixoto
Estagiária da Diretoria de Energia

Thaís Galdino
Assessora da Diretoria de Energia

1. Introdução

Diante das mudanças climáticas e da crescente demanda por energia, a eficiência energética em edifícios públicos contribui para evitar desperdícios, elevar o conforto dos usuários e modernizar instalações, promovendo melhoria contínua na gestão de energia. Nos municípios mineiros, essa agenda favorece o uso mais eficiente da energia e organiza o consumo das edificações.

Minas Gerais assumiu compromissos que orientam essa pauta. O Estado aderiu à campanha global *Race to Zero* e estruturou o Plano Estadual de Ação Climática (PLAC-MG) com metas e trajetórias até 2030 e 2050. Nesse contexto, a eficiência energética em prédios públicos dialoga com esses marcos e contribui para as metas de mitigação, com co-benefícios em adaptação, inovação e justiça climática.

A relevância dessa agenda se comprova tanto nos dados nacionais quanto na experiência de Minas Gerais. O Atlas de Eficiência Energética (EPE, 2023) aponta que edificações respondem por 41% da eletricidade consumida no Brasil, com predominância de usos em iluminação e climatização. No estado, iniciativas recentes já demonstram resultados expressivos: o programa Cemig nas Escolas modernizou 3.398 unidades de ensino, com economia estimada de até 30% por escola; o programa Cemig nos Hospitais também já impactou mais de 500 unidades de saúde, com investimento previsto de R\$ 75 milhões, substituição de 290 mil lâmpadas por LED e instalação de 60 usinas fotovoltaicas; e o programa Minas LED estabelece a meta de substituir 100% da iluminação pública por LED nos municípios mineiros. Esses exemplos evidenciam que Minas Gerais possui capacidade técnica e institucional para expandir *retrofits* e consolidar a eficiência energética como referência nacional.

Este manual é um guia orientador para gestores municipais e equipes técnicas. Apresenta, de forma simples, o contexto e os conceitos básicos da eficiência energética em edifícios públicos, favorecendo a familiarização com a

temática e oferecendo subsídios práticos para mapear as variáveis do diagnóstico (consumo, demanda, usos finais, horários, equipamentos e condições de operação), construir um retrato inicial e orientar a gestão e o acompanhamento de resultados. As recomendações estão alinhadas às normas ABNT NBR ISO 50001/50002/50006 e ao IPMVP.

Há oportunidades conhecidas: estudos nacionais indicam economias de até 50% em novas construções e até 30% em edificações existentes, com destaque para iluminação e climatização (por exemplo, LED, regulagem das temperaturas do ar-condicionado e melhorias de automação). Experiências recentes evidenciam economias de energia e redução de emissões, com ganhos concretos para as administrações municipais.

Persistem desafios, parte dos edifícios públicos ainda apresenta desempenho energético aquém do ideal, e muitos municípios não dispõem de dados sistematizados de consumo. Experiências locais e casos observados sugerem consumos acima dos níveis típicos, reforçando a importância de organizar informações, estabelecer uma linha de base e priorizar medidas com melhor relação impacto-custo-tempo

Em síntese, o manual traz: (i) conceitos-chave (auditoria, diagnóstico, revisão energética e indicadores); (ii) aplicações por setor crítico (com foco em edificações públicas); (iii) quadro regulatório e programas; (iv) sistema de gestão de energia; (v) passo a passo de auditorias e diagnóstico; e (vi) fontes de financiamento, com destaque para PEE Cemig, BNDES e FGEnergia, para acelerar projetos nos municípios mineiros.

Com base nele, as prefeituras podem: (1) organizar e qualificar os dados de consumo; (2) definir metas e indicadores; (3) priorizar medidas com retorno mais rápido; (4) estruturar projetos bancáveis e escaláveis; e (5) comprovar resultados (R\$, kWh e tCO_{2e}), incorporando a melhoria contínua à gestão de energia de seus ativos

2. Fundamentação teórica da Eficiência Energética

Este capítulo apresenta, de forma clara e prática, os conceitos de auditoria energética, diagnóstico energético e revisão energética. Essas ferramentas são fundamentais para avaliar e identificar oportunidades de economia de energia, guiando decisões informadas. Compreender as diferenças entre elas é essencial para implementar ações eficientes e direcionadas, garantindo resultados concretos e sustentáveis.

2.1. O que é Eficiência Energética

Eficiência energética é a capacidade de uma edificação, sistema ou equipamento prestar o mesmo serviço com menor uso de energia. Em termos práticos, trata-se de otimizar o uso de energia e reduzir desperdícios, sem comprometer conforto ou requisitos operacionais.

O conceito abrange tanto melhorias tecnológicas (por exemplo, substituir iluminação convencional por LED) quanto boas práticas de gestão (controle, operação e manutenção). Também se conecta diretamente à sustentabilidade, pois a redução do consumo contribui para mitigar emissões, melhorar a qualidade ambiental e reduzir custos operacionais. Instituições como a EPE e a AIE reconhecem a eficiência energética como ferramenta central para metas de sustentabilidade; no setor público, seu papel é estratégico, dado o peso dos edifícios no consumo e o potencial de economias urbanas quando práticas eficientes são adotadas

2.2. Auditoria, diagnóstico e revisão energética

A eficiência energética em edificações públicas depende de análise contínua do consumo e da identificação de oportunidades de melhoria. Para organizar essa análise – crítica à boa gestão de recursos públicos – adotamos a terminologia das normas ABNT NBR ISO 50001 (Sistemas de Gestão de Energia) e ABNT NBR ISO 50002 (Auditoria/Diagnóstico Energético), complementadas por guias nacionais de apoio.

Para as estratégias serem eficazes, é essencial empregar ferramentas e metodologias que permitam medir com precisão, priorizar ações e acompanhar resultados. Três conceitos inter-relacionados estruturam essa abordagem:

Auditoria energética (ABNT NBR ISO 50002). Avaliação sistemática e documentada do desempenho energético, destinada a identificar oportunidades e recomendar intervenções com priorização e estimativa de ganhos.

Diagnóstico energético. Variação focal ou preliminar da auditoria, aplicada a sistemas/áreas específicas (por exemplo, iluminação, climatização/AVAC – aquecimento, ventilação e ar-condicionado automação), útil para apontar o plano de ação.

Revisão energética (ABNT NBR ISO 50001): Análise baseada em dados que identifica Usos Significativos de Energia (USE/SEU) e fatores que os influenciam, estabelece Linha de Base Energética (LBE/EnB) e Indicadores de Desempenho Energético (IDE/EnPI), e prioriza ações e metas.

No Brasil, o setor de serviços (comercial e público) é majoritariamente elétrico; por isso, iluminação e climatização costumam concentrar os maiores ganhos nos prédios municipais. As edificações representam parcela relevante do consumo nacional de eletricidade (EPE, 2023).

2.3. Indicadores de Eficiência Energética

Para medir e gerir a eficiência energética consistentemente, utilizamos indicadores de desempenho energético. Eles oferecem uma base objetiva para monitorar o consumo, comparar edifícios e avaliar o impacto das ações ao longo do tempo. Consideram-se, para este fim, os seguintes indicadores:

Intensidade de consumo (kWh/m²·ano). Consumo anual por área útil. Ajuda a comparar tipologias (administração, escolas, saúde) e a identificar ineficiências (iluminação/climatização, envoltória, operação).

Consumo por ocupante (kWh/ocupante·ano). Útil em edifícios de alta densidade (salas de aula, UBS). Permite ajustar metas considerando padrões de uso de áreas comuns, TI e ventilação.

IDE/EnPI (Indicador de Desempenho Energético). Indicador do SGE (ISO 50001) que acompanha a evolução do desempenho em relação à LBE/EnB (linha de base). Recomenda-se normalizar por fatores que afetam o consumo (ex.: ocupação e clima), para separar variações operacionais de ganhos de eficiência.

COP/EER de climatização. Métricas de equipamento para seleção, compra e comissionamento de sistemas HVAC (quanto maior, mais eficiente). Use-as como critérios de especificação e verificação de desempenho, não como indicador setorial.

Consumo total anual (kWh/ano): Serve para análises sazonais, detecção de desvios e comunicação executiva (quando disponível, demanda de ponta – kW)

Indicadores de resultado (padrão PROCEL). Energia economizada (kWh/ano), demanda/capacidade evitada (kW/MW), emissões evitadas (tCO₂e) e custo evitado (R\$). Padronizar o relato nesses quatro eixos facilita prestação de contas e comparação com programas nacionais.

Padrão de relato e M&V (Medição e Verificação). Para comparabilidade e transparência, projetos apoiados pelas distribuidoras via PEE – Programa de Eficiência Energética devem seguir a RN ANEEL 920/2021 (PROPEE), com baseline mínimo de 12 meses, plano de M&V que considere variáveis independentes e cálculo explícito de kWh/ano e kW. Ao definir metas, evite prometer percentuais fixos ex ante; trabalhe com faixas indicativas e consolide o número final no plano de M&V.

Esses indicadores são ferramentas fundamentais para a tomada de decisão, permitindo comparar desempenhos entre edifícios e sistemas e priorizar intervenções com maior benefício técnico-econômico.

2.4. Ferramentas e metodologias de gestão energética

Para otimizar a gestão energética em edifícios públicos, é fundamental adotar ferramentas e metodologias padronizadas que viabilizem monitoramento, controle e melhoria contínua do desempenho. Entre as práticas mais utilizadas estão o Sistema de Gestão de Energia (SGE), auditorias e diagnósticos

energéticos, monitoramento e controle, benchmarking, plano de ação e capacitação de equipes.

A seguir, são apresentados os principais conceitos e instrumentos que suportam a estrutura da gestão energética em edifícios públicos:

Sistemas de Gestão de Energia (SGE): Com base na ABNT NBR ISO 50001, o SGE estrutura a melhoria do desempenho energético no ciclo PDCA (Planejar-Executar-Verificar-Agir), como apresentado na Figura 1 que representa a aplicação desse ciclo à gestão de energia:

Planejar (revisão energética, identificação de USE, definição de LBE e IDE, objetivos, metas e planos de ação);

Executar (implementação e operação com controles, manutenção, comissionamento/retrocomissionamento e projetos/compras com critérios de desempenho energético, inclusive requisitos Inmetro/ENCE, Etiqueta Nacional de Conservação de Energia/Selo Procel quando aplicável);

Verificar (monitorar, medir e analisar resultados; auditoria interna e verificação de conformidades);

Agir (análise crítica da direção e ações corretivas para aprimorar continuamente o SGE).

Figura 1. PDCA energético



(Fonte: Guia para Aplicação da Norma ABNT NBR ISO 5001)

Diagnósticos energéticos: Fundamentais para identificar ineficiências em sistemas e equipamentos (iluminação, AVAC, automação, bombeamento), orientando intervenções com melhor relação custo-benefício e alimentando o plano de ação do SGE.

Monitoramento e controle: Envolve medições contínuas, preferencialmente nos USE, e ajustes operacionais com base em dados. Indicadores devem ser normalizados por variáveis como ocupação e clima, permitindo diferenciar variações de carga de ganhos reais de eficiência.

Benchmarking: Compara o desempenho (por exemplo, kWh/m² e kWh/ocupante) entre edifícios similares e/ou contra referências internas, apoiando a priorização de melhorias.

Plano de ação: Consolida medidas, prazos, responsáveis, orçamento e M&V (Medição e Verificação). Recomenda-se padronizar o relato dos resultados no formato utilizado por programas nacionais, como o PROCEL (kWh economizados, kW/MW de demanda evitada, tCO₂e evitados e R\$ de custo evitado).

Capacitação de equipes: Treinamentos regulares – operação de HVAC, rotinas de desligamento/automação, leitura de indicadores – fortalecem a cultura de eficiência e sustentam a melhoria contínua prevista no SGE.

Etiquetagem como meta de projeto: Em novas edificações e reformas relevantes, adote meta mínima Classe B (ou superior) nos sistemas escopo conforme Portaria Inmetro 309/2022 (com a alteração de 2024), exigindo RAC e emissão de ENCE por organismo/profissional acreditado. Preveja comissionamento e verificação pós-obra para confirmar a classe prevista.

Ferramenta de apoio a projeto: Para diretrizes bioclimáticas por cidade e soluções de projeto, utilize o ProjetEEE (MME) como apoio prático às equipes municipais.

Viabilização por financiamento: Projetos de eficiência em prédios públicos podem ser estruturados com recursos das distribuidoras via PEE, conforme a RN 920/2021 (e ajustes da RN 929/2021), contemplando iluminação, climatização, automação, medição e comissionamento – conforme regras vigentes de seleção, M&V e execução.

Em síntese, a adoção integrada dessas ferramentas oferece aos municípios a possibilidade de estruturar uma gestão energética consistente, que vai do diagnóstico inicial ao acompanhamento de resultados. Cada município pode adaptar essas metodologias à sua realidade, priorizando as medidas mais viáveis em termos de custo, impacto e tempo. Dessa forma, o manual funciona como um guia prático, apoiando prefeitos e equipes técnicas a transformar oportunidades de eficiência em projetos concretos, orientando escolhas estratégicas.

3. Aplicações de Eficiência Energética em setores críticos

A eficiência energética pode ser aplicada a diversos setores estratégicos para reduzir o consumo e otimizar o uso de energia, trazendo benefícios tanto econômicos quanto ambientais para os municípios. No contexto brasileiro, quatro frentes se destacam pela relevância e pela maturidade de políticas e programas: edificações, indústria, transportes e iluminação pública (MME, PNEf).

Em termos de eletricidade, as edificações (residenciais, comerciais e públicas) responderam por 239 TWh em 2022, cerca de 41% do total nacional, e, no setor de serviços (comercial e público), o uso é predominantemente elétrico ($\approx 90\%$ do consumo final). Esses dois fatores ajudam a orientar prioridades em iluminação e climatização nos prédios municipais (EPE, 2023 – Atlas).

Como referência de escala, o PROCEL reporta para 2022 22,10 bilhões de kWh economizados e 942 mil tCO_{2e} evitadas, indicadores (kWh, kW, tCO_{2e}, R\$) que podem padronizar o acompanhamento de resultados locais e subsidiar a articulação com as distribuidoras via PEE/ANEEL (Eletrobras/PROCEL, 2023; ANEEL/PEE). Em iluminação pública, o Procel Reluz consolida LED e telegestão como boas práticas, em complemento às iniciativas financiáveis pelo PEE/ANEEL (Procel Reluz; ANEEL/PEE).

Na prática, esse contexto se traduz nas aplicações mais recorrentes por setor: em edificações, *retrofit* de iluminação e AVAC, automação e etiquetagem (PBE Edifica); na indústria, otimização de sistemas motrizes e calor de processo, modernização tecnológica e SGE; em transportes, planejamento de mobilidade, eletrificação/biocombustíveis e eficiência logística; e na iluminação pública, LED, telegestão e modelos de contratação/financiamento (PEE, PPPs, CIP/COSIP).

Na Tabela 1 apresenta-se um panorama sintético de aplicações, políticas/ferramentas e fontes oficiais por setor, funcionando como guia prático para equipes municipais que planejam implementar melhorias.

Tabela 1. Aplicações de eficiência energética, políticas, ferramentas e fontes de informação

Setores	Aplicações de eficiência energética	Políticas, ferramentas úteis e fontes de informação
Edifícios Públicos	<ul style="list-style-type: none"> - Retrofit de iluminação e AVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) - Substituição/modernização de equipamentos e controles - Uso de SGE (ABNT NBR ISO 50001).. - Infraestrutura Verde e Azul aplicada ao conforto e microclima - Código de Obras com diretrizes de eficiência - Benchmarking. 	<ul style="list-style-type: none"> - Projeto 3E - ProjetEEE - Sidac (ferramentas) - Guia de Infraestrutura Verde e Azul. - Aplicativo CAU (Apoio a Obras e/ Projetos - Procel Edificações - PBE Edifica (ENCE). - Ferramenta para Eficiência Energética Governamental. - Guia Interativo de Eficiência Energética em Edificações.
Indústria	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar eficiência em energia térmica. - Substituição de equipamentos antigos. - Incentivo à aplicação de SGE. - Promoção da inovação tecnológica (PD&I). - Programas de cogeração e recuperação de calor em PMEs. 	<ul style="list-style-type: none"> - PotencializEE. - Ferramentas para Eficiência Energética em Indústrias e Manufaturas. - Programa Aliança (Parceria CNI e Procel). - Oportunidades de Eficiência Energética para a Indústria.
Agropecuária	<ul style="list-style-type: none"> - Automação dos sistemas de irrigação. - Transformação de biomassa em biocombustíveis. - Elaboração de Estudos de Ciclo de Vida (ECV). 	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramentas para Eficiência Energética em Fazendas. - Guia de Gestão de Energia e Irrigação na Agricultura
Iluminação Pública	<ul style="list-style-type: none"> - Substituição de lâmpadas tradicionais por LED. - Automação com horários de acionamento das luminárias. - Garantia das ruas iluminadas e seguras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Procel Reluz. - Programa de Eficiência Energética (PEE) da CEMIG. - Minas LED. - Guia de Boas Práticas em PPPs de Iluminação Pública. - CIP ou COSIP.

Transportes	<ul style="list-style-type: none"> - Substituição de combustíveis por biocombustíveis ou uso de veículos eletrificados. - Uso da metodologia DOTS - Desenvolvimento Orientado para o Transporte Sustentável. - Adoção de Planos de Mobilidade Urbana. 	<ul style="list-style-type: none"> - WRI Brasil. - TUMI E-Bus. - Manual DOTS - Sete passos - como construir um plano de mobilidade urbana. - CONPET. - Transporte Rodoviário de Cargas - Benchmarking Internacional.
-------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(Fonte: Elaboração própria, 2024)

4. Legislação e normas pertinentes

A eficiência energética em edificações públicas no Brasil se apoia em marcos consolidados que evoluíram de medidas setoriais para instrumentos regulatórios de alcance nacional. O Decreto nº 87.079/1982 integrou ações de uso racional de energia no contexto da época, antecedendo instrumentos como o PBE/INMETRO e iniciativas do PROCEL. Em seguida, a Lei nº 9.478/1997 estruturou a governança do setor ao criar o Conselho Nacional de Política Energética (CNP)E e a Agência Nacional de Petróleo (ANP), base para políticas integradas de planejamento e sustentabilidade.

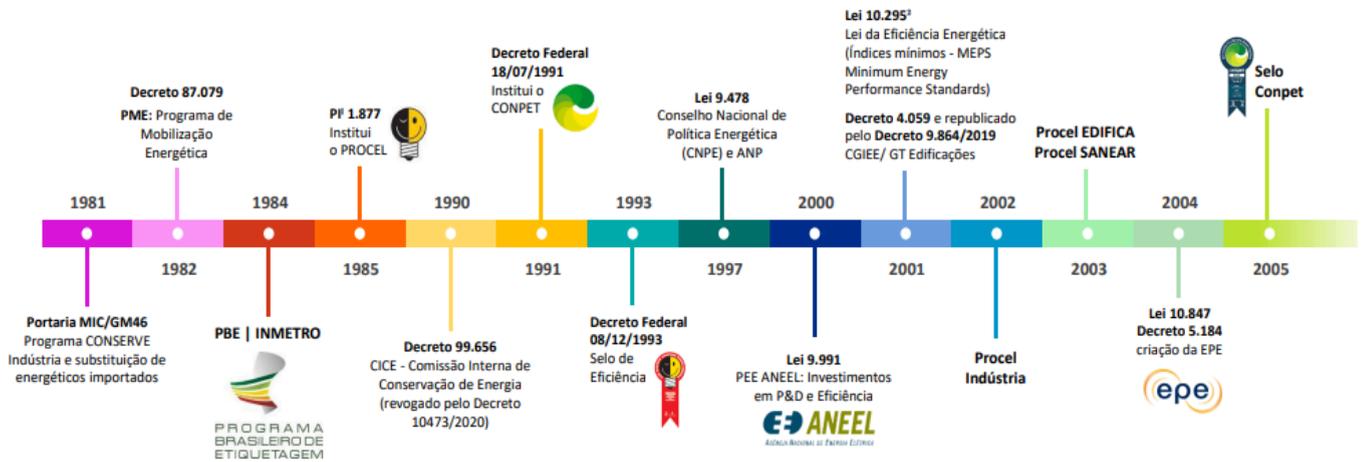
A Lei nº 10.295/2001 autoriza fixar níveis mínimos de eficiência e/ou limites de consumo; sua regulamentação atual (Decreto nº 9.864/2019) consolidou a governança técnica (CGIEE) e os procedimentos de atualização dos requisitos. A etiquetagem de edifícios é regida pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem para Edificações, do Inmetro (PBE Edifica). O instrumento vigente é a Portaria Inmetro nº 309/2022 (alterada em 2024), que orienta a emissão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

As normas anteriores que estruturaram a avaliação de eficiência em edifícios comerciais/serviços/públicos e residenciais, os Regulamentos Técnicos da Qualidade (RTQ-C e RTQ-R), permanecem como referência técnica para projetos e para o Selo Procel Edificações.

Para viabilizar o que as normas definem, os projetos podem se apoiar na Lei nº 9.991/2000 (P&D e Eficiência sob regulação da ANEEL), operacionalizada pela REN nº 920/2021 (PROPEE) e ajustes da REN nº 929/2021. A arquitetura de financiamento foi reforçada pela Lei nº 13.280/2016, que destinou os recursos de Eficiência Energética entre PROCEL (20%) e PEE/ANEEL (80%), viabilizando iluminação eficiente, *retrofits* e modernização de edifícios públicos. Na governança, marcos com vínculo indireto, Lei nº 10.848/2004 (comercialização de energia) e Decreto nº 5.940/2006 (logística de resíduos), reforçam práticas de gestão, transparência e sustentabilidade, gerando sinergias úteis para políticas de Eficiência Energética em prédios públicos.

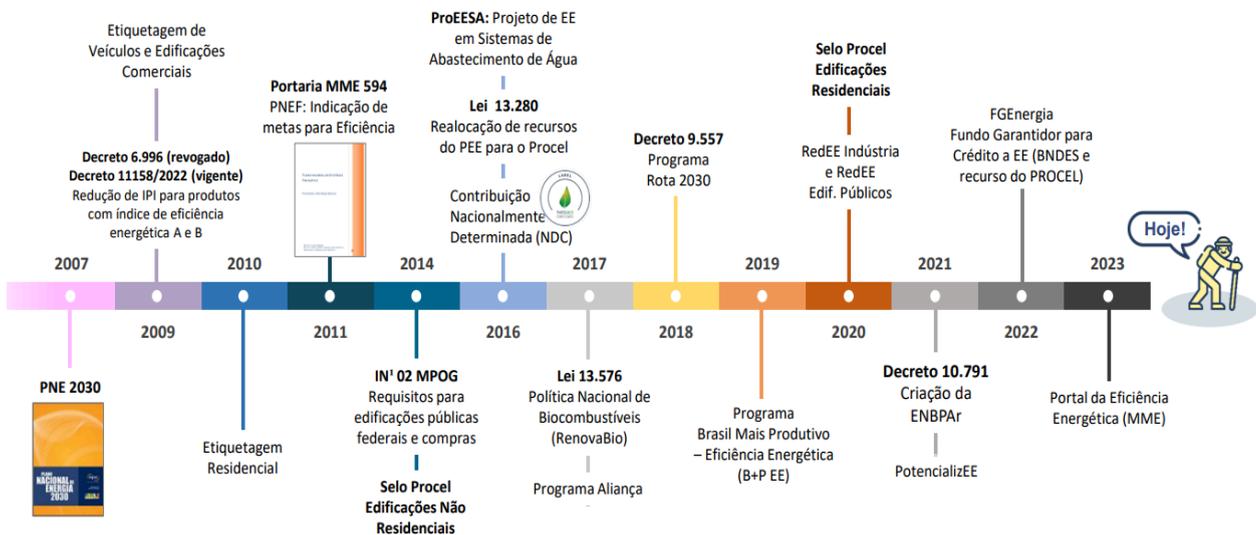
Para visualizar esse percurso de forma sintética, as Figuras 2 e 3 representam as linhas do tempo e a evolução dos marcos e da etiquetagem.

Figura 2. Linha do tempo das principais políticas e marcos regulatórios de eficiência energética no Brasil (1981-2005).



(Fonte: Atlas de Eficiência Energética, 2023.)

Figura 3. Evolução das políticas de eficiência energética e etiquetagem no Brasil (2006-2023).



(Fonte: Atlas de Eficiência Energética, 2023.)

No contexto da descarbonização e dos compromissos internacionais assumidos pelo Brasil e por Minas Gerais, o arcabouço nacional orienta novas obras e *retrofits* com metas de desempenho e etiquetagem. No âmbito estadual, políticas climáticas e programas de eficiência, incluindo iniciativas da

distribuidora local via PEE/ANEEL, reforçam a execução em prédios públicos, em alinhamento às diretrizes federais.

Assim, o conjunto de leis, decretos, portarias e normas técnicas constitui uma base sólida para planejar, contratar e monitorar a eficiência energética em edificações públicas, garantindo a passagem do requisito legal ao resultado mensurável na ENCE e na redução do consumo.

5. Programas e iniciativas aplicáveis à gestão e Eficiência Energética

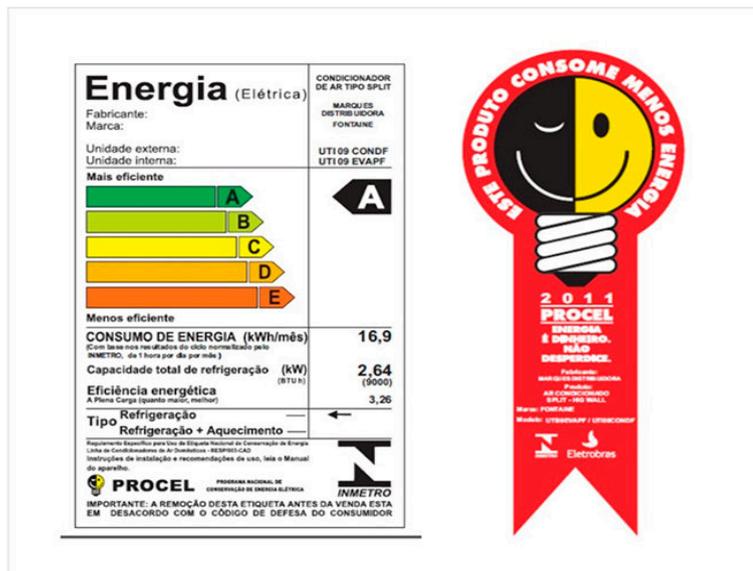
As edificações respondem por cerca de 41% do consumo de eletricidade no Brasil (EPE/Atlas 2023, base 2022) e concentram ganhos rápidos com etiquetagem, boas práticas de projeto e *retrofits*. Entre os principais instrumentos e recursos, destacam-se Procel, PBE Edifica/ENCE, Projeto 3E (ProjetEEE) e SIDAC.

A ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia), no âmbito do PBE Edifica, é a classificação (A-E) dos sistemas do edifício – envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Já o Selo Procel Edificações é um reconhecimento voluntário concedido a projetos/edificações que alcançam classe “A” na ENCE nos três sistemas. Em suma: primeiro classifica (ENCE), depois reconhece (Selo).

Em edifícios comerciais e públicos, a eletricidade domina o consumo final (ordem de grandeza ~90%), principalmente por iluminação e ar-condicionado. Por isso, LED + controles, AVAC eficiente e gestão de uso costumam gerar economias imediatas. Na envoltória, medidas como sombreamento, cores claras e proteções externas, aproveitamento de luz natural e coberturas/jardins que reduzam a transmissão de calor ajudam a cortar carga térmica e demanda de pico.

A seguir, a Figura 4 apresenta, lado a lado, a ENCE (escala A-E) e o Selo Procel Edificações como exemplos visuais. (A etiqueta ilustrada é de equipamento, mas a lógica de classes A-E é a mesma aplicada à ENCE de edificações.)

Figura 4. Selo Procel e etiqueta Nacional de Conservação de Energia



(Fonte: Programa Brasileiro de Etiquetagem, 2023)

Quando presente, o Selo Procel sinaliza ao usuário que o projeto/edificação atingiu classe “A” na ENCE nos três sistemas avaliados, reforçando compromisso com desempenho energético e boas práticas de sustentabilidade.

Em edifícios comerciais e públicos, a eletricidade domina o consumo final (ordem de grandeza de ~90%), principalmente por iluminação e ar-condicionado. Priorize:

- Iluminação: LED, dimerização/sensores de presença e fotocélula;
- AVAC: equipamentos de alto rendimento, automação e temperaturas de operação adequadas, manutenção preventiva;
- Gestão de uso: revisão de horários, treinamento e campanhas de uso consciente.

Na envoltória, medidas de melhor custo-benefício incluem sombreamento/*brises*, cores claras e proteções externas, aproveitamento de luz natural com controle de ofuscamento, coberturas refletivas ou verdes e vidros/películas com controle solar conforme a zona bioclimática. Resultado: menor carga térmica, mais conforto e queda da demanda de pico.

Por fim, defina metas de desempenho do projeto em termos de ENCE (ex.: classe B mínima global, com "A" em sistemas críticos) e, quando aplicável, perseguição ao Selo Procel como reconhecimento de excelência

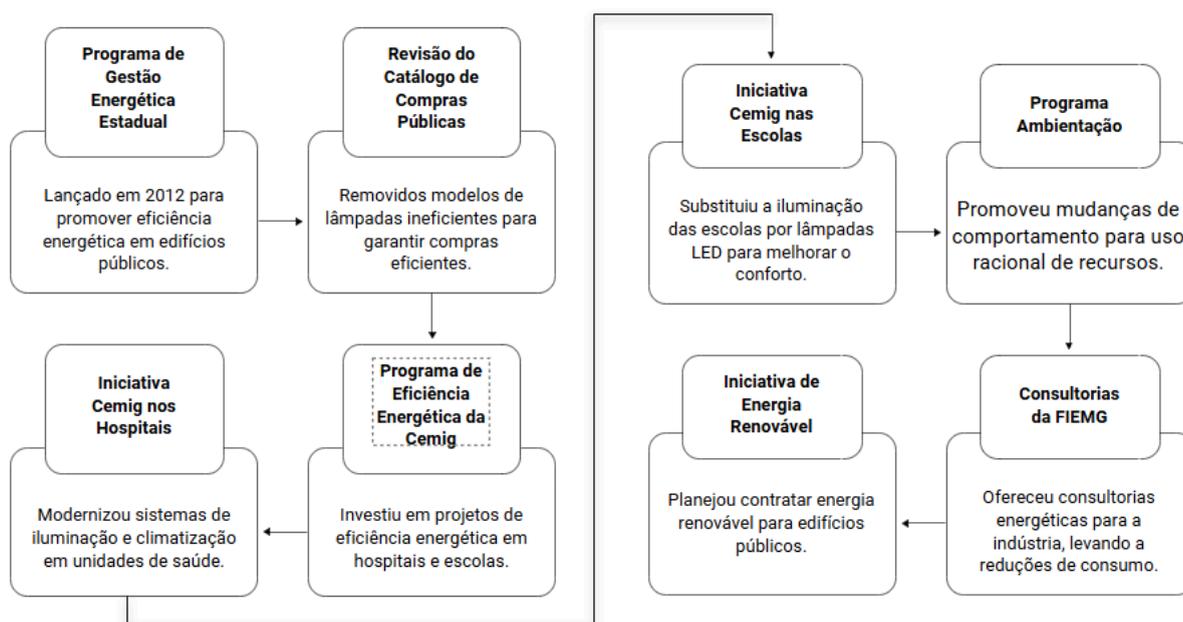
A ENCE permite verificar se o edifício cumpre a classe de desempenho definida para envoltória, iluminação e AVAC, dando transparência a gestores e investidores e orientando critérios de compra (priorizar equipamentos, classe "A" e soluções mais eficientes). Para equipamentos, a etiqueta também informa consumo em kWh, o que facilita comparações objetivas.

Em âmbito internacional, o kit de ferramentas de políticas da Agência Internacional de Energia (AIE, 2022) reúne 10 princípios e pacotes setoriais que combinam regulação, informação e incentivos. Adaptado ao contexto estadual/municipal, isso se traduz em três frentes práticas: (i) requisitos de desempenho para obras e reformas, (ii) programas de informação e etiquetagem de edifícios/equipamentos e (iii) critérios de compras públicas alinhados a metas de eficiência. A integração desses eixos tende a gerar ganhos mais rápidos e robustos.

No âmbito internacional, o kit de ferramentas da AIE (2022) sintetiza 10 princípios e pacotes setoriais que articulam regulação, informação e incentivos. Aplicado à realidade municipal/estadual, isso se traduz em requisitos de desempenho em obras e reformas, campanhas e etiquetagem de edifícios/equipamentos e critérios de compras públicas alinhados a metas de eficiência, um arranjo integrado que tende a gerar ganhos mais rápidos e robustos.

Para ilustrar como isso se materializa em Minas Gerais, a Figura 5 sintetiza iniciativas que estruturam a eficiência energética no setor público e no produtivo, da gestão e compras à modernização tecnológica e à contratação de energia renovável.

Figura 5. Iniciativas de Eficiência Energética em Minas Gerais



(Fonte: SEDE/MG, Cemig, FEAM, FIEMG – elaboração própria, 2024)

O PGEE e a revisão de compras criam condições de gestão e padronização; o PEE/Cemig viabiliza *retrofits* de iluminação e AVAC; o Ambientação consolida mudança de comportamento; as consultorias da FIEMG difundem boas práticas no setor produtivo; e a contratação de energia renovável reforça a integração entre eficiência e transição energética. Em conjunto, essas frentes operam nas mesmas alavancas discutidas no capítulo (ENCE/Selo, iluminação/AVAC, envoltória).

Os programas e instrumentos de financiamento aplicáveis a edificações públicas estão descritos no Capítulo 11 (com orientações de uso). O [Anexo II](#) reúne fontes e ferramentas para diagnóstico, seleção de soluções e monitoramento de resultados, oferecendo recursos práticos para a adoção de boas práticas, com redução do consumo, menor custo operacional e ganhos de sustentabilidade.

6. Barreiras e desafios

Os municípios brasileiros enfrentam obstáculos significativos na implementação de projetos de eficiência energética. A adesão de Minas Gerais ao *Race to Zero* sinaliza o compromisso com a transição de baixo carbono; nesse contexto, a eficiência contribui para metas climáticas e de gestão. Em 2022, as edificações responderam por cerca de 41% do consumo de eletricidade no país (EPE/Atlas 2023), reforçando a relevância do tema.

A eficiência energética em edifícios públicos municipais constitui um desafio multidimensional, que envolve:

- Técnica: infraestrutura, qualidade/integração de dados e escolha de tecnologias adequadas;
- Humana: gestão de pessoas, capacitação e cultura organizacional orientada a desempenho;
- Financeira: alocação de recursos e obtenção de retorno sobre o investimento.

Segundo o Atlas de Eficiência Energética (EPE, 2023), o potencial de ganho é significativo, especialmente no médio e no longo prazo, e pode ser ampliado pela adoção de tecnologias eficientes, pela digitalização (medição/monitoramento) e por aprimoramentos do arcabouço regulatório.

Para superar essas barreiras, recomenda-se uma abordagem multidisciplinar. A seguir, os principais desafios enfrentados pelos municípios:

Desafios técnicos: heterogeneidade e lacunas de dados, ausência de padrões comuns, baixa integração entre sistemas e monitoramento irregular. Soma-se a isso a carência de competências para tratar e analisar dados, o que limita decisões embasadas.

Capacitação dos profissionais: insuficiência de qualificação continuada sobre tecnologias e sua aplicação (envoltória, iluminação, AVAC, automação, M&V); percepção de benefício incerto; dificuldades em projetar economias com confiabilidade.

Financeira: necessidade de CAPEX para *retrofit* e aquisição de equipamentos; foco no “menor preço” em vez do custo do ciclo de vida; incertezas de *payback* e barreiras de acesso a linhas/modelos de contratação.

A Tabela 2. Desafios e propostas sobre eficiência energética a seguir funciona como guia prático: resume problemas recorrentes e apresenta respostas objetivas, com materiais oficiais prioritários (MME, Procel, EPE, Inmetro, Cemig). Materiais privados aparecem como apoio secundário.

Tabela 2. Desafios e propostas sobre eficiência energética

Categoria	Desafio	Proposta	Material Disponível
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> - Dados dispersos/sem padrão; pouca medição; integração fraca entre sistemas 	<ul style="list-style-type: none"> - Inventariar consumo por edifício; padronizar planilha/modelo; implantar monitoramento mínimo (medidores/setores críticos) e rotina de M&V 	<ul style="list-style-type: none"> - EPE – Atlas 2023 (panorama setorial); SIDAC (modelos e guias); MME – PNEf 2023; Inmetro – PBE Edifica/Portaria 309/2022 (requisitos); Cemig – PEE (guias/procedimentos) - Guia para Aplicação da Norma ABNT NBR ISO 50.001 pelo International Copper Association (ICA)
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> - Especificação e projeto ineficientes (envoltória, iluminação, AVAC) 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar requisitos de desempenho e checklists; anteprojeto com ProjetEEE (estratégias bioclimáticas/UA); priorizar LED + controles e AVAC de alto rendimento 	<ul style="list-style-type: none"> - ProjetEEE (Projeto 3E); Procel – Manual de Etiquetagem de Edificações Públicas; Inmetro – PBE Edifica
Capital humano	<ul style="list-style-type: none"> - Falta de capacitação continuada para equipes de projeto, obra e operação 	<ul style="list-style-type: none"> - Plano anual de capacitação (projeto, compra, operação); trilhas por função; operação assistida no 1º ano pós-obra 	<ul style="list-style-type: none"> - Procel/INMETRO (materiais do PBE); Cemig – PEE (cursos/casos); SEBRAE (apoio a compras eficientes)

Capital humano	– Cultura organizacional pouco orientada a desempenho	– Campanhas de uso racional e metas internas; rotina de manutenção com foco em desempenho; comissionamento em obras relevantes	– Procel – Ambientação; SIDAC (kits e cases)
Financeira	– Barreiras de CAPEX e foco no menor preço	– Incorporar ciclo de vida e desempenho mínimo (ENCE) no edital; priorizar pacotes “rápidos” (LED/controles) para gerar caixa	MME – PNEf 2023 (diretrizes); Inmetro – PBE Edifica (critérios); Cemig – PEE/PROPEE (linhas e exemplos)
Financeira	– Acesso a linhas e modelos de contratação	– Mapear linhas PEE/ANEEL e chamadas locais; -Considerar ESCos/PPP onde couber; preparar pipeline com projetos padrão	Cemig – PEE; MME/EPE – publicações; SIDAC (modelos)

(Fonte: Elaboração própria, 2024).

O avanço depende de priorizar dados e padrões, formar equipes e usar critérios de desempenho nas compras, articulando esses passos com as linhas de financiamento (detalhadas no Cap. 11). A curadoria de ferramentas e referências para implantação e monitoramento também pode ser consultada no [Anexo II](#).

7. Sistema de Gestão de Energia

A implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) começa com um plano detalhado, levantamento das características energéticas e análise dos sistemas existentes. A ABNT NBR ISO 50001 orienta a alta direção na criação de uma política energética, estabelecendo objetivos e metas. A norma detalha processos de verificação contínua, garantindo a melhoria do desempenho energético. Isso permite padronizar processos e implementar estratégias de eficiência nos edifícios públicos.

Conforme a ABNT NBR ISO 50001, o Sistema de Gestão de Energia (SGE) compreende:

- I) Política e objetivos/metad;
- II) Revisão energética (usos significativos de energia - USE, variáveis relevantes, linha de base e indicadores de desempenho energético - EnPIs);
- III) Planos de ação
- IV) Competência, treinamento e controle operacional;
- V) Monitoramento, medição e verificação;
- VI) Auditorias internas; e
- VII) Revisão pela direção

Esse arranjo garante a melhoria contínua do desempenho energético, com base no ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir), padronizando processos e implementando estratégias de eficiência em edifícios públicos.

A implementação de um SGE começa com um plano detalhado, levantamento das características energéticas e análise dos sistemas existentes. A norma orienta a alta direção na criação de uma política energética e no estabelecimento de objetivos e metas, assegurando processos de verificação contínua. Isso permite organizar dados de consumo, identificar ineficiências e priorizar medidas que tragam maior benefício técnico-econômico.

A auditoria energética, por sua vez, envolve a coleta sistemática de dados sobre hábitos de consumo, identificação de períodos de ineficiência, análise de

custos energéticos e avaliação do desempenho dos sistemas. Ela é essencial para o controle do consumo e a definição de metas realistas de melhoria de desempenho.

Dependendo do objetivo do diagnóstico estabelecido pela organização, o processo de auditoria pode ser ajustado em termos de escopo ou nível de detalhamento. Embora geralmente se reconheçam três níveis de auditoria, esses não são rígidos: a organização pode definir níveis intermediários conforme suas necessidades.

A Tabela 3 apresenta os três níveis de auditoria energética, Preliminar, Detalhado e Completo, indicando suas respectivas recomendações de uso e principais saídas. É importante destacar que os projetos de eficiência energética em prédios públicos podem ser ajustados para se adequar a qualquer um desses níveis.

Tabela 3. Níveis de auditoria energética

Nível	Recomendação de uso	Saídas Principais
Nível 1: Preliminar	Organizações ou instalações pequenas; baixo orçamento; primeira aproximação.	Custos aproximados e potencial de economia; identificação de oportunidades gerais; verificação da necessidade de auditorias mais detalhada
Nível 2: Detalhado	Organizações médias ou com gastos energéticos relevantes; aplicado a um único local ou frota.	Recomendações quantificadas de economia de energia; análise de custo-benefício; alterações em O&M; base para plano de ação.
Nível 3: Completo	Processos ou subsistemas críticos; análises de investimento.	Modelagem/simulação do consumo; quantificação de CAPEX/OPEX; avaliação de cenários de investimento; medidas adicionais de eficiência.

(Fonte: Elaboração Própria, 2024, adaptado da ABNT NBR ISO 50002)

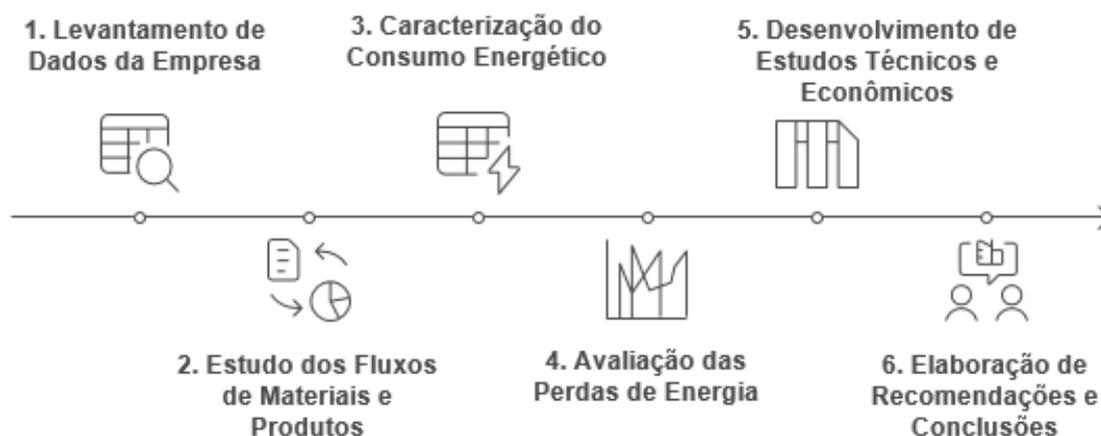
Para a auditoria energética atingir seus objetivos, ela deve ser conduzida de maneira sistemática, independente e documentada, baseada em evidências objetivas. A ABNT NBR ISO 50002 define as etapas do diagnóstico energético e os princípios para a condução adequada e confiável do procedimento, que incluem:

- Medições e observações apropriadas aos usos e ao consumo de energia;
- Dados representativos do desempenho energético das atividades, processos, equipamentos e sistemas;
- Utilização de dados consistentes e rastreáveis para quantificar o desempenho energético e identificar oportunidades de melhoria;
- Relatório técnico que apresente oportunidades de melhoria com base em análises técnica e econômica apropriadas.

Conforme a ABNT NBR ISO 50002, uma das utilidades centrais da auditoria é identificar oportunidades de melhoria e medidas de eficiência energética (MEEs) mais adequadas ao contexto da organização. Para isso, observam-se as fontes energéticas utilizadas, os usos significativos de energia (USE) e os indicadores de desempenho energético (EnPIs).

A Figura 6 exemplifica o processo de implementação da auditoria energética em prédios públicos, apresentando um fluxograma de ações que permite melhor visualização das etapas necessárias para consolidar a eficiência energética.

Figura 6. Fluxo de ações para auditoria Energética.



(Fonte: ELETROBRÁS (Procel) et UNIFEI, 2007)

Para aprofundar o conhecimento sobre auditorias energéticas, recomenda-se a leitura do Guia de Diagnóstico Energético da Rede de Eficiência

Energética, desenvolvido pela RedEE (2020). Este guia apresenta o projeto-piloto realizado nas indústrias de São Paulo, e pode ser acessado [\[aqui\]](#). Além disso, o Anexo 1 do manual contém ferramentas valiosas, como planilhas e modelos desenvolvidos no âmbito do Projeto-piloto da Rede de Aprendizagem de Edifícios Públicos, que visam capacitar gestores municipais na análise do consumo de energia e implementação de ações de eficiência energética.

Essas ferramentas têm o objetivo de orientar os gestores municipais, ajudando-os a reduzir custos, diminuir o impacto ambiental e contribuir para a construção de cidades mais sustentáveis. O uso desses materiais será essencial para que o governo municipal, através de seus servidores, consiga aplicar práticas de gestão eficiente de energia e alcançar resultados positivos.

8. Implementação de auditorias em edifícios públicos

A implementação de auditorias energéticas é uma etapa crucial para maximizar os benefícios de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) em edifícios públicos. Para realizar um diagnóstico energético em edificações públicas é essencial para melhorar a eficiência energética e reduzir custos operacionais. A auditoria energética classifica a eficiência de uma edificação já construída, com a intenção de identificar as principais fontes de consumo energético, considerando a atividade dos usuários e os sistemas de energia utilizados (Alves, 2021). O processo de auditoria ou diagnóstico energético envolve uma análise técnica, sistemática e holística do edifício, para identificar medidas para melhorar seu desempenho energético, mantendo e aprimorando os níveis de conforto térmico (PROCEL ELETROBRAS, 2016).

Segundo a etiqueta PBE Edifica, os edifícios comerciais, de serviços e públicos são avaliados em três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar. Softwares de simulação são ferramentas auxiliares nos casos em que se deseja conhecer o desempenho energético atual da edificação, bem como prever quantitativamente a influência das alterações consideradas, como o simulador do Procel [link](#).

Além disso, a estrutura de um diagnóstico eficiente para edificações públicas passa por algumas etapas em ordem: Planejamento e Seleção de Edifícios, Coleta de Dados, Benchmarking, Planejamento da Visita Técnica, Visita Técnica, Análise de Dados e Elaboração do Relatório, Apresentação dos Resultados e Acompanhamento. Assim, por meio dessas etapas, é possível elaborar um diagnóstico sobre como realizar a eficiência energética nos edifícios públicos, garantindo uma melhoria significativa do sistema elétrico e reduzindo o consumo de energia.

Em edifícios públicos, a auditoria energética desempenha um papel central na promoção da eficiência energética. Ela permite identificar oportunidades de

melhoria no uso da energia, desenvolver estratégias eficazes e alcançar benefícios mensuráveis, como a redução de custos e a mitigação de impactos ambientais. Ao realizar auditorias em edifícios públicos, deve-se considerar fatores específicos, como o uso intensivo de energia em horários críticos e a necessidade de adequação às políticas públicas de sustentabilidade.

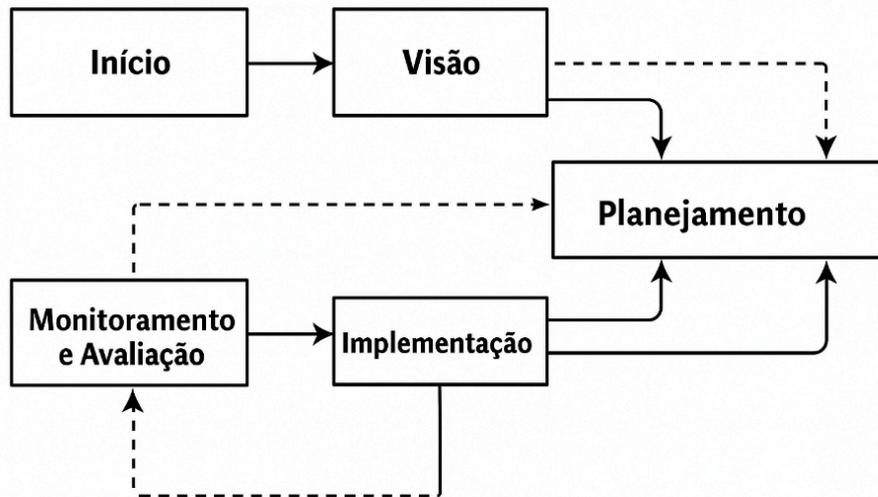
No contexto de edifícios públicos, a auditoria energética deve considerar:

- **Análise do Consumo de Energia:** Avaliar detalhadamente o consumo de energia atual dos edifícios para identificar áreas de desperdício e padrões de consumo médios.
- **Inspeção dos Equipamentos:** Verificar a eficiência dos equipamentos instalados, como sistemas de iluminação, aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC).
- **Avaliação das Estruturas:** Examinar a eficiência das estruturas do edifício, incluindo isolamento térmico e vedação, que impactam significativamente o consumo de energia.
- **Planejamento da Manutenção:** Implementar um plano de manutenção preventiva para garantir que os equipamentos continuem operando de forma eficiente ao longo do tempo.

Além disso, é essencial estabelecer metas claras e mensuráveis de redução do consumo, assim como implementar um sistema de monitoramento contínuo para avaliar o progresso. A formação de equipes responsáveis pela gestão energética e a realização de treinamentos para os colaboradores são passos fundamentais para o sucesso das iniciativas em edifícios públicos.

Diante desse contexto, pesquisadores da Escola de Administração de Empresas de São Paulo (FGV EAESP), junto ao ICLEI e outros parceiros, criaram o *Guia de Infraestrutura Verde e Azul*, que sistematiza processos de avaliação e monitoramento aplicáveis também a edificações públicas. A Figura 7 ilustra um fluxograma de análise que sintetiza etapas de avaliação e mudança de políticas, adaptável ao processo de auditoria energética em edifícios (VALENTE DE MACEDO et al., 2022)

Figura 7. Fluxograma de Análise de Eficiência Energética



(Fonte: VALENTE DE MACEDO et al., 2022.)

Dessa maneira, a Tabela 4 apresenta um checklist operacional da auditoria energética em edifícios públicos, estruturado em fases. Esse formato permite aos gestores municipais acompanhar o processo de forma prática, com atribuição de responsabilidades, definição de evidências e registro do status de cada etapa.

Tabela 4. Checklist operacional da auditoria energética em edifícios públicos

Fase	Atividade/Etapa	Responsável	Evidências	Status
Pré-visita	Definir escopo, fronteiras e metas iniciais	Grupo de direção/ equipe de gestão	Faturas de energia (12-24 meses); contrato de fornecimento; termo de referência	<input type="checkbox"/>
	Identificar usos finais relevantes e variáveis críticas	Equipe técnica	Planilha de baseline preliminar; entrevistas com responsáveis locais	<input type="checkbox"/>
Visita	Inspecionar equipamentos e sistemas (iluminação, HVAC, TI, etc.)	Equipe técnica + manutenção local	Fotos/placas de equipamentos; registros de operação; medições pontuais	<input type="checkbox"/>
	Avaliar envoltória e condições do edifício	Equipe técnica	Relatório de vistoria; checklists de campo; registros fotográficos	<input type="checkbox"/>
Pós-visita	Analisar dados coletados e identificar oportunidades de melhoria	Equipe técnica / gestores	Planilha de baseline consolidada; gráficos de consumo; relatório de diagnóstico	<input type="checkbox"/>
	Elaborar relatório e recomendações prioritizadas	Gestor de energia / consultoria contratada	Relatório técnico final; plano de ação; ata de validação	<input type="checkbox"/>
M&V	Monitorar e verificar resultados após implementação das medidas	Equipe de monitoramento (interna/terceira)	Relatórios periódicos; dashboards de consumo; comparativo metas vs. resultados	<input type="checkbox"/>
	Comunicar resultados e revisar metas	Direção / equipe de gestão	Relatório de M&V; reunião de revisão; ata de aprovação	<input type="checkbox"/>

(Fonte: Elaboração Própria, 2024)

Na fase de implementação e operação, torna-se necessário o desenvolvimento de uma equipe dedicada à gestão energética. É fundamental que todos os servidores envolvidos possuam as competências adequadas, compreendam suas responsabilidades e reconheçam o impacto de suas atividades no desempenho energético dos edifícios.

Estabelecer canais eficazes de comunicação interna e externa, bem como manter a documentação organizada, é essencial para sustentar a operação contínua do Sistema de Gestão de Energia (SGE). O escopo do trabalho pode abranger toda a organização ou focar em processos, sistemas ou equipamentos específicos, dependendo da realidade de cada município.

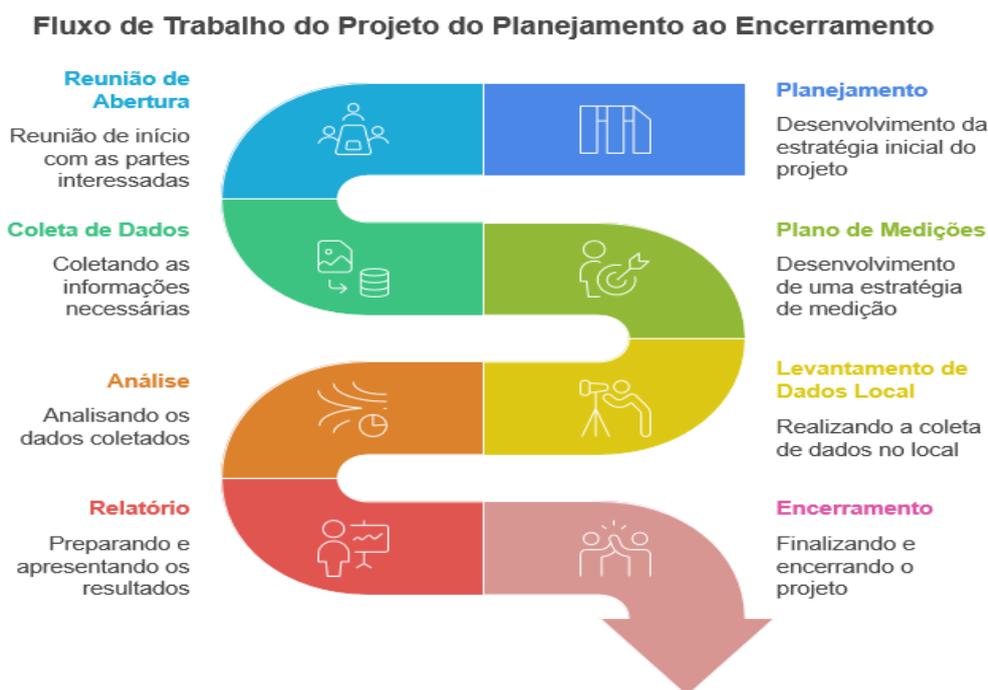
Dessa forma, a implementação de sistemas de gestão e auditorias energéticas em edifícios públicos oferece oportunidades concretas para reduzir o consumo de energia, minimizar custos e promover a sustentabilidade. Ferramentas como o Guia de Infraestrutura Verde e Azul da FGV e as planilhas do Projeto Piloto da Rede de Aprendizagem de Edifícios Públicos constituem suportes valiosos para capacitar gestores municipais, assegurando que as metas de eficiência energética sejam atingidas de forma consistente e eficaz.

9. Metodologia de diagnóstico

O diagnóstico energético é o ponto de partida para a gestão energética. Ele fornece informações detalhadas sobre os maiores gastos de energia e identifica problemas, como equipamentos obsoletos ou uso inadequado. Um planejamento adequado e a comunicação clara sobre o escopo do diagnóstico são fundamentais para garantir a eficiência do processo.

O processo inicia-se com uma reunião de abertura, em que são definidos os objetivos e a abordagem do diagnóstico. Em seguida, ocorre a coleta de dados, que fornece as informações necessárias para análise. Após essa fase, avança-se para uma etapa analítica, onde os dados são avaliados e as oportunidades de melhoria identificadas. Por fim, todo o diagnóstico é consolidado em um relatório final, que apresenta recomendações de eficiência energética. Esse relatório deve permitir que qualquer profissional, ao consultá-lo, compreenda o perfil de uso e consumo do edifício e os métodos empregados na coleta e análise de informações. A Figura 8 ilustra o fluxograma deste processo:

Figura 8. Fluxograma do processo de diagnóstico energético



(Fonte: ABNT NBR ISO 50.002)

Os diagnósticos energéticos são planejados e conduzidos para identificar e priorizar oportunidades de melhoria no desempenho energético, reduzir desperdícios e obter benefícios ambientais e financeiros. Eles podem apoiar uma revisão energética e facilitar o monitoramento, medição e análise, como previsto na ABNT NBR ISO 50001, ou ser realizados de forma independente.

Nos edifícios públicos, o diagnóstico energético permite identificar com precisão áreas de desperdício e potencial de economia, a partir da análise de sistemas como iluminação, climatização e a própria envoltória do edifício. A partir dessa avaliação inicial, podem ser planejadas soluções de eficiência que atendam às necessidades específicas de cada tipologia de prédio.

Este manual reúne guias e publicações de referência que dão suporte à realização de diagnósticos energéticos e à implementação de sistemas de gestão, ajudando gestores municipais a adotar práticas sustentáveis. Iniciativas como o Selo Procel Edificações e o Guia Prático: Conceitos e Ferramentas de Gestão e Auditoria Energéticas são exemplos de instrumentos de apoio a esses processos.

Dessa maneira, a Tabela 5 apresenta um checklist operacional do diagnóstico energético inicial, organizado em fases e estruturado para orientar gestores municipais na aplicação prática das etapas

Tabela 5. Checklist operacional do diagnóstico energético inicial

Fase	Atividade / Etapa	Responsável	Evidências	Status
Planejamento	Definir escopo, fronteiras e equipe de diagnóstico	Gestor de energia / consultoria	Termo de referência; ata de reunião de abertura; definição de prazos e metas	<input type="checkbox"/>
	Identificar usos finais e nível de detalhamento	Equipe técnica	Documento de escopo; checklists preliminares	<input type="checkbox"/>
Coleta de Dados	Levantar consumo, histórico e variáveis relevantes	Equipe técnica / gestor local	Faturas 12-24 meses; entrevistas; planilha de baseline	<input type="checkbox"/>
	Caracterizar tipologia e identificar USEs	Equipe técnica	Registro de equipamentos; mapas/planta do edifício; relatórios de uso	<input type="checkbox"/>
Análise	Realizar balanço energético e verificar requisitos legais	Equipe técnica	Planilha consolidada; gráficos comparativos; checklists normativos	<input type="checkbox"/>
	Estabelecer EnPIs e linha de base energética	Equipe técnica / gestor de energia	Planilha de indicadores; relatório técnico de baseline	<input type="checkbox"/>
	Priorizar oportunidades de melhoria	Equipe de gestão	Relatório de diagnóstico; ranking de medidas	<input type="checkbox"/>
Manutenção	Implementar plano de manutenção preventiva	Equipe de manutenção / gestor	Registros de manutenção; manuais de fabricantes; treinamentos realizados	<input type="checkbox"/>
Novas Instalações	Planejar instalações eficientes em novos projetos	Equipe de projeto / engenharia	Projetos executivos; cálculos de dimensionamento; especificações de equipamentos	<input type="checkbox"/>

(Fonte: Elaboração Própria, 2024, adaptado do Guia Prático para Diagnósticos Energéticos em Edificações, 2020, e do IPMVP, 2006)

O diagnóstico energético constitui uma ferramenta essencial para gestores municipais. Ele permite compreender o perfil de consumo, identificar usos significativos de energia e propor soluções técnicas e operacionais que reduzam custos e melhorem o desempenho energético dos edifícios públicos.

Ao estruturar o diagnóstico em etapas claras, planejamento, coleta de dados, análise, manutenção e novas instalações, os municípios podem transformar informações dispersas em estratégias concretas de eficiência. O uso de checklists operacionais, como o apresentado neste capítulo, garante rastreabilidade, atribuição de responsabilidades e monitoramento dos resultados.

10. Fases da auditoria

A auditoria energética é um processo sistemático e abrangente que visa avaliar a eficiência do uso da energia em uma organização e identificar oportunidades de otimização. Esse processo se desdobra em diversas fases, desde a preparação inicial até a implementação de medidas concretas de racionalização de consumo. Cada etapa é essencial para garantir uma avaliação completa e eficaz .

Na fase de preparação, ocorre o reconhecimento das instalações e equipamentos, a sensibilização dos membros da organização e a definição de estratégias para otimizar o consumo energético. Esse preparo é fundamental para o comprometimento da equipe e para a clareza dos objetivos do processo.

10.1. Análise e documentação

A análise documental inicia-se com a revisão das faturas energéticas, permitindo caracterizar o padrão de utilização da energia ao longo do tempo e identificar os maiores consumidores (O'NEILL et al., 2014).

Na sequência, realiza-se a visita às instalações, etapa fundamental para coletar informações detalhadas sobre equipamentos, sistemas e condições de operação. Essa observação direta é essencial para verificar o estado geral da edificação, identificar usos significativos de energia e levantar dados representativos (PROCEL ELETROBRAS, 2016).

Em muitos casos, a coleta de dados pode ser apoiada por sistemas de monitoramento automatizado, que asseguram maior precisão e continuidade no registro das informações. A penúltima fase corresponde à compilação e análise dos dados coletados, sendo tratados de forma analítica a fim de aprofundar o entendimento sobre a utilização de energia na instalação. Esse estudo detalhado permite identificar padrões de consumo, ineficiências e pontos críticos.

Por fim, o processo culmina na identificação de Oportunidades de Racionalização de Consumo (ORC), que se fundamentam no conhecimento acumulado em todas as etapas anteriores. Essas oportunidades constituem a

base para propor medidas de eficiência energética, orientando a tomada de decisão e o planejamento de ações futuras.

10.2. Relatório da auditoria energética

O relatório da auditoria energética deve fornecer um diagnóstico detalhado do consumo, apresentar as principais oportunidades de melhoria e recomendar medidas de eficiência, incluindo análise de custo-benefício.

A etapa de Medição e Verificação (M&V) é fundamental para acompanhar os resultados e verificar se as metas estabelecidas foram atingidas. Essa etapa deve seguir o Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (IPMVP), elaborado pela EVO (2016).

A Tabela 6 apresenta as quatro opções do IPMVP, com seus usos recomendados.

Tabela 6. Opções do IPMVP e aplicações em edifícios públicos

Opção	Descrição	Aplicações Típicas
A	Medição parcial + engenharia	Substituição simples de iluminação (trocas 1:1).
B	Medição completa dos pontos relevantes	Sistemas de climatização (HVAC) com submedição.
C	Medição na fronteira (medidor geral)	Retrofit amplo em todo o edifício.
D	Modelagem e simulação	Novas construções ou ausência de dados históricos.

(Fonte: Elaboração Própria, 2025)

A escolha da opção do IPMVP deve considerar tipologia da edificação, tipo de medida de eficiência energética, custo de implementação e disponibilidade de dados. Em termos práticos:

- Escolas e prédios administrativos: geralmente se enquadram nas opções A (medição parcial em medidas simples, como iluminação) ou C (medição na fronteira em *retrofits* amplos).

- Hospitais e unidades de saúde: exigem tipicamente a opção B, devido à complexidade dos sistemas HVAC.
- Novas edificações públicas: devem adotar a opção D, baseada em modelagem e simulação.

De forma geral, quanto maior for o nível de medição direta (Opções B e C), maior a precisão e confiabilidade, mas também o custo. Já as opções baseadas em engenharia ou modelagem (A e D) tendem a ser menos onerosas, mas requerem maior rigor técnico para assegurar a validade dos resultados.

IPMVP em prática: qual opção adotar?

Para apoiar gestores municipais, o quadro a seguir apresenta um roteiro simplificado para escolha da opção IPMVP mais adequada a cada situação. O objetivo é facilitar a tomada de decisão, relacionando cada tipo de projeto com a opção correspondente (A, B, C ou D).

Questionamento	Sim	Não
 Intervenção simples (exemplo: troca lâmpadas)	Medição parcial + Engenharia Opção A	Medição completa dos pontos relevantes, ex.: HVAC - Opção B
 Retrofit amplo em todo o edifício?	Medição na fronteira, medidor geral - Opção C	
 Medida localizada em sistema/equipamento?		Revisar escopo (C ou D)
 Nova construção ou sem dados históricos?	Modelagem e Simulação - Opção D	

(Fonte: Elaboração própria com base no IPMVP (EVO, 2016).

10.3. Áreas e usos de energia

Dentre as utilidades da auditoria energética, segundo a ABNT NBR ISO 50002, está a identificação das oportunidades de melhoria e das Medidas de Eficiência Energética (MEEs) mais adequadas ao contexto da organização. Para isso, a análise deve observar as fontes energéticas utilizadas, os Usos Significativos de Energia (USEs) e os Indicadores de Desempenho Energético (EnPIs), conforme estabelece a ABNT NBR ISO 50006.

O conceito de USE é aplicado para identificar sistemas ou processos que consomem grandes quantidades de energia ou que apresentam elevado potencial de melhoria de desempenho. Essa priorização é essencial, pois na prática, nem sempre é viável propor medidas de eficiência para todos os usos de energia existentes.

As principais variáveis que influenciam o consumo dos USEs incluem:

- Condições climáticas e padrões de ocupação;
- Idade e manutenção dos equipamentos;
- Forma de operação e hábitos de uso.

E nos edifícios públicos, destacam-se como USEs mais recorrentes os sistemas de iluminação e climatização de ambientes, responsáveis por grande parcela do consumo de eletricidade. Segundo Ciappina, Urbano e Giglio (2021), a substituição de lâmpadas fluorescentes por LEDs e a otimização do uso de ar-condicionado são medidas que podem reduzir significativamente o consumo. A envoltória do edifício também exerce influência importante, e estratégias de projeto como aproveitamento da luz natural, jardins verticais e coberturas verdes podem contribuir para reduzir a demanda por climatização.

Para cada USE identificado, recomenda-se estabelecer EnPIs específicos, a fim de monitorar e avaliar os ganhos de eficiência ao longo do tempo. A seleção de indicadores deve ser criteriosa, pois influencia diretamente a eficácia da auditoria energética e do Sistema de Gestão de Energia (SGE).

A Tabela 7 apresenta exemplos de EnPIs aplicáveis a diferentes tipologias de edifícios públicos, oferecendo um guia prático para gestores municipais.

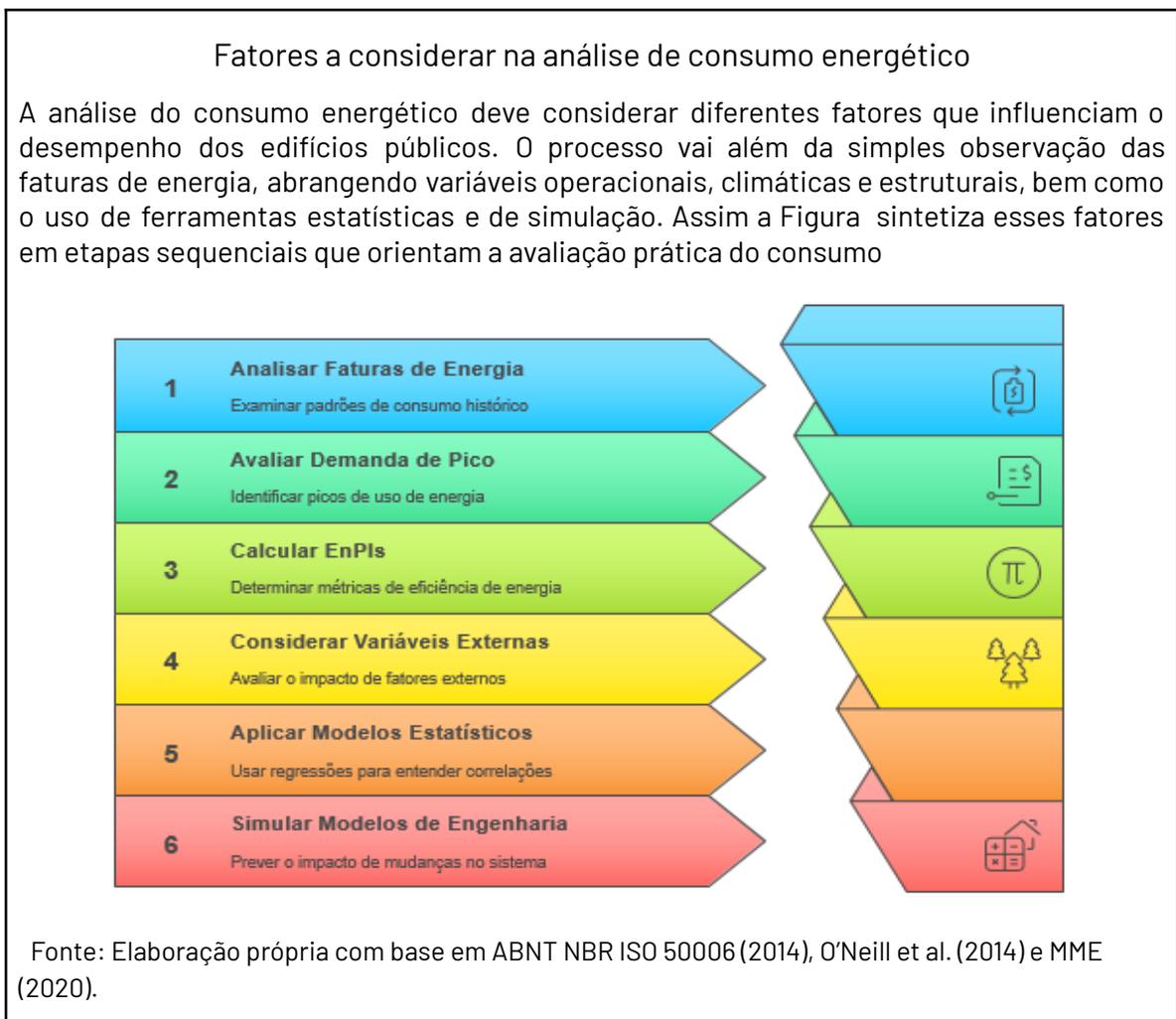
Tabela 7. Exemplos de EnPIs por tipologia de edifícios

Tipologia	Exemplos de EnPIs
Escolas	Consumo específico (kWh/m ² ·ano); consumo de iluminação por aluno.
Unidades de Saúde	Consumo específico por leito (kWh/leito); consumo de climatização por m ² .
Prédios Administrativos	Consumo específico por funcionário (kWh/funcionário); consumo de TI por estação de trabalho.

(Fonte: Elaboração própria com base em ABNT NBR ISO 50006, 2014; MME, 2020)

O uso de EnPIs bem definidos permite acompanhar a evolução do desempenho energético ao longo do tempo e verificar se as medidas implementadas estão gerando os resultados esperados.

Esses indicadores servem também como base para o processo de monitoramento, medição e verificação (M&V), garantindo que as melhorias sejam consistentes e rastreáveis. Assim, a integração entre a identificação dos USEs e a definição de EnPIs consolida-se como etapa essencial para sustentar a melhoria contínua do Sistema de Gestão de Energia (SGE), em consonância com os princípios da ABNT NBR ISO 50001.



A partir dessa base, torna-se possível avançar para a definição de medidas corretivas e a análise detalhada do consumo de energia. Essas etapas

complementam a identificação dos USEs e permitem transformar os dados obtidos em ações concretas de eficiência energética, fortalecendo a gestão dos edifícios públicos.

10.5. Investimentos e propostas

Com base nos resultados da auditoria e da análise de consumo, a etapa seguinte envolve a elaboração de propostas de investimento em eficiência energética. Conforme descrito por Malmborg (2023), tais investimentos, seja por meio de otimização do consumo ou resposta à demanda, podem contribuir para a redução de emissões de carbono, o aumento da segurança energética e o alívio da pressão sobre os sistemas de geração e distribuição a um custo global mais baixo.

Nesta fase, devem ser priorizadas medidas que apresentem viabilidade técnica e econômica, transformando os diagnósticos em Medidas de Racionalização de Consumo de Energia (MREs).

Exemplos de Medidas de Racionalização de Consumo de Energia (MREs)

Para apoiar gestores municipais na etapa de investimentos, o quadro a seguir apresenta exemplos de Medidas de Racionalização de Consumo de Energia (MREs). Essas ações traduzem os resultados do diagnóstico em intervenções práticas, que variam desde ajustes operacionais de baixo custo até soluções estruturantes, como geração renovável e modernização de equipamentos.



Fonte: Elaboração própria com base em Malmberg, 2023.

10.6. Verificação e auditorias

A verificação constitui uma etapa essencial do Sistema de Gestão de Energia (SGE), envolvendo o monitoramento contínuo das variáveis críticas, a análise de desempenho por meio dos EnPIs e a condução de auditorias internas periódicas. Esses processos asseguram a conformidade do sistema com os requisitos estabelecidos, permitem a identificação de desvios e viabilizam a adoção de ações corretivas e preventivas.

Já a revisão pela direção, prevista na ABNT NBR ISO 50001, vai além da verificação operacional: ela representa um momento estratégico no qual a alta gestão municipal avalia se o sistema continua adequado às necessidades

institucionais e capaz de promover a melhoria contínua. Essa revisão deve considerar quatro critérios fundamentais:

Adequação: verificar se o SGE permanece alinhado às prioridades municipais e às políticas públicas de sustentabilidade. Por exemplo, em uma escola, a adequação pode significar assegurar que as metas de eficiência energética estejam integradas ao plano pedagógico e de manutenção da rede de ensino.

Suficiência: analisar se os recursos humanos, técnicos e financeiros disponíveis são compatíveis com a implementação das ações propostas. Em hospitais municipais, por exemplo, a suficiência implica avaliar se há equipe capacitada para operar sistemas de climatização mais complexos ou se será necessária contratação de apoio técnico especializado.

Eficácia: avaliar se os resultados planejados estão sendo efetivamente alcançados, comparando os valores monitorados dos EnPIs com as metas estabelecidas. Em prédios administrativos, a eficácia pode ser verificada pela redução do consumo específico por funcionário (kWh/funcionário) após a troca de equipamentos ou a adoção de sistemas de automação.

Melhoria contínua: identificar oportunidades de aperfeiçoamento, incorporando novas tecnologias, atualizando políticas e revisando processos de gestão sempre que necessário. Um exemplo seria a introdução de geração fotovoltaica em unidades de saúde ou a adoção de sistemas de monitoramento digital em tempo real em prédios administrativos, garantindo que o município acompanhe as inovações disponíveis no mercado.

Revisão pela direção no SGE – Critérios principais

No processo de revisão pela direção, é fundamental avaliar se o Sistema de Gestão de Energia (SGE) permanece adequado, suficiente e eficaz, além de assegurar a melhoria contínua. O quadro a seguir sintetiza esses quatro critérios principais, previstos na ABNT NBR ISO 50001, que orientam a gestão energética em edifícios públicos.



Fonte: Elaboração própria com base em ABNT NBR ISO 50001, 2018.

11. Instrumentos de financiamento

Diversas linhas de crédito e instrumentos de financiamento estão disponíveis para municípios que desejam investir em iniciativas de eficiência energética, energias renováveis e gestão de resíduos. Esses mecanismos são fundamentais para viabilizar projetos em diferentes escalas – desde a modernização de escolas e hospitais até grandes obras de infraestrutura urbana sustentável.

Entre as principais opções, destaca-se o Programa de Eficiência Energética da Cemig (PEE), de alcance estadual, e linhas de financiamento nacionais operadas pelo BNDES, pelo Fundo Garantidor para Crédito a Eficiência Energética (FGEnergia) e pelo Banco do Brasil (linha PEM + Sustentável).

11.1. Linhas de crédito do BNDES

O PEE da Cemig é um dos principais instrumentos para promover o uso eficiente de energia em Minas Gerais. Como concessionária de energia elétrica, a Cemig é obrigada pela ANEEL a destinar parte de sua receita para projetos de eficiência energética, e com isso assume papel estratégico no apoio a municípios, hospitais, escolas, órgãos públicos e até setores industriais e residenciais.

As iniciativas do programa vão desde ações de conscientização em escolas e comunidades até a substituição em larga escala de equipamentos obsoletos, promovendo ambientes mais seguros, modernos e econômicos. Em escolas estaduais, por exemplo, a troca de lâmpadas fluorescentes por LEDs reduziu custos e melhorou as condições de estudo; em hospitais, a modernização de sistemas de climatização resultou em maior conforto e menor gasto energético.

Os projetos apoiados pelo PEE são classificados em diferentes tipologias. A Tabela 8 apresenta a classificação oficial dos projetos elegíveis, permitindo que os municípios identifiquem quais áreas podem ser contempladas nas Chamadas Públicas da Cemig.

Tabela 8. Classificação dos projetos elegíveis no PEE da CEMIG

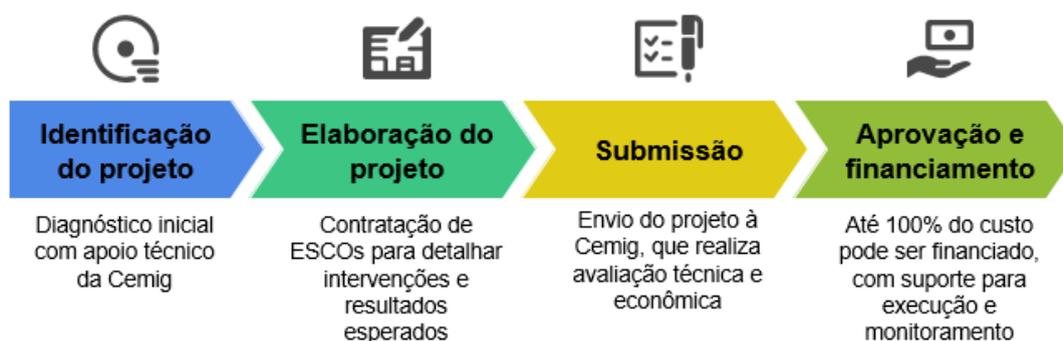
Tipo de Projeto	Tipologia	Área de Aplicação
Poder Público	Soluções energéticas em áreas públicas	Edifícios públicos, centros administrativos
Serviços Públicos	Eficiência em serviços essenciais	Hospitais, escolas, centros comunitários
Iluminação Pública	Modernização e automação	Troca de lâmpadas, sistemas inteligentes
Instalações Industriais	Otimização energética	Indústrias e áreas industriais
Instalações Residenciais	Eficiência em condomínios	Áreas residenciais e coletivas
Instalações Comerciais e de Serviços	Eficiência em estabelecimentos	Lojas, restaurantes, serviços

(Fonte: Elaboração Própria, 2024).

A tabela evidencia que os municípios têm amplo leque de possibilidades, abrangendo desde a modernização de prédios administrativos até projetos complexos de iluminação pública e hospitais. Essas iniciativas, quando bem planejadas, podem gerar impactos significativos na redução de custos e na melhoria dos serviços públicos.

Como participar da Chamada Pública da CEMIG

As Chamadas Públicas seguem as diretrizes da ANEEL e contam com workshops prévios, nos quais a Cemig orienta os interessados sobre prazos, critérios de seleção e eventuais mudanças regulatórias.



(Fonte: Elaboração Própria, 2024)

Na prática, cada fase exige planejamento e atenção a prazos regulatórios. A identificação do projeto deve partir de um diagnóstico energético consistente, enquanto a elaboração demanda equipe técnica ou contratação de uma ESCO credenciada. Já na fase de submissão, é essencial garantir a conformidade documental e a clareza na justificativa dos benefícios do projeto. Por fim, na etapa de aprovação e financiamento, a Cemig avalia a viabilidade técnica e econômica da proposta, podendo oferecer suporte de até 100% dos custos, além do acompanhamento na execução e monitoramento dos resultados.

Dessa forma, os municípios interessados em participar das Chamadas Públicas devem se preparar com antecedência, garantindo diagnósticos energéticos consistentes, a contratação de apoio técnico qualificado e a conformidade documental exigida pela Cemig e pela ANEEL. Essa preparação aumenta as chances de aprovação dos projetos e assegura que os recursos disponíveis sejam aplicados eficazmente, maximizando os benefícios para a gestão pública.

11.2. Outras linhas de crédito (FG-Energia, Banco do Brasil)

Além do PEE da Cemig, os municípios contam também com linhas de financiamento nacionais que complementam os recursos estaduais. Esses mecanismos podem ser utilizados para projetos de maior escala ou em áreas não contempladas diretamente pelo programa da Cemig, como gestão de resíduos sólidos, modernização de serviços públicos essenciais ou aquisição de equipamentos inovadores.

Entre as opções atualmente disponíveis, destacam-se:

- BNDES - Fundo Clima / Finem Eficiência Energética: voltado para projetos de larga escala, inclusive com prazos de até 20 anos.
- FG-Energia: fundo garantidor que facilita o acesso de municípios e empresas a crédito bancário.
- PEM + Sustentável (Banco do Brasil): linha especialmente desenhada para municípios, com condições flexíveis de pagamento.

A Tabela 9 apresenta um comparativo entre essas linhas.

Tabela 9. Comparativo de linhas de crédito nacionais para eficiência energética

Linha	Foco	Condições	Operador
BNDES - Fundo Clima / Finem EE	Eficiência energética, renováveis, serviços verdes	Financiamento de até 90% do valor, prazos até 20 anos, valor mínimo R\$ 20 milhões	BNDES
FGEnergia	Garantia para acesso ao crédito em EE	Cobre até 80% do valor do crédito; aporte inicial R\$ 30 milhões com potencial de R\$ 200 milhões	PROCEL / LAB
PEM + Sustentável	Renováveis, EE e gestão de resíduos	Financiamento de até 100%, prazos de até 120 meses, carência até 36 meses	Banco do Brasil

(Fontes: BNDES, Procel, Banco do Brasil, 2024)

Essa apresentação comparativa permite que os gestores municipais identifiquem de forma clara qual linha pode ser mais adequada ao perfil de seu projeto. Enquanto o BNDES atende iniciativas de grande porte, como a modernização de sistemas de iluminação pública em capitais ou hospitais

regionais, o PEM + Sustentável pode viabilizar projetos de médio porte diretamente em prédios públicos, e o FGEnergia atua como mecanismo facilitador para municípios com maior dificuldade em oferecer garantias financeiras.

Na prática, essas fontes apresentam características complementares. Além disso, podem ser articuladas com os recursos do PEE da Cemig, ampliando o escopo de projetos e garantindo maior impacto. Por exemplo, um município pode submeter projetos de eficiência energética pelo PEE e, ao mesmo tempo, financiar soluções de geração renovável ou gestão de resíduos por meio das linhas nacionais. Essa combinação fortalece a capacidade de investimento e facilita a implementação de políticas públicas consistentes em eficiência energética.

12. Conclusão

A eficiência energética é uma ferramenta estratégica para os municípios promover a sustentabilidade, reduzam custos operacionais e melhorem a qualidade de vida de seus cidadãos. Mais do que um requisito técnico, trata-se de um eixo de política pública capaz de alinhar compromissos climáticos globais com resultados locais, tangíveis e mensuráveis.

Foram apresentados instrumentos que permitem estruturar o Sistema de Gestão de Energia (SGE) nos edifícios públicos, com foco em Usos Significativos de Energia (USEs), definição de EnPIs e aplicação de auditorias energéticas. Também foram explorados exemplos práticos, casos de sucesso e desafios enfrentados pelos municípios, acompanhados de soluções e recomendações para apoiar a tomada de decisão.

Outro destaque foi a apresentação de programas e mecanismos de apoio financeiro, como o Programa de Eficiência Energética da Cemig (PEE) e linhas nacionais de crédito e garantias, que viabilizam a implementação de projetos de diferentes portes. Esses instrumentos fortalecem a capacidade dos municípios de transformar diagnósticos em ações concretas, maximizando os benefícios econômicos, sociais e ambientais.

A experiência mostra que, quando adotadas de forma planejada, as medidas de eficiência energética resultam em economia de energia, redução de emissões de CO₂, modernização dos serviços públicos e até geração de empregos locais.

Em síntese, este manual pretende ser um guia prático e de apoio à gestão municipal, incentivando prefeitos, secretários e equipes técnicas a integrarem a eficiência energética como eixo estruturante de políticas públicas. A adoção dessas práticas fortalece a sustentabilidade ambiental, impulsiona o desenvolvimento econômico e social e cria um legado positivo para as futuras gerações, consolidando municípios mais resilientes e preparados para os desafios da transição energética.

Referências

- ABNT. ABNT NBR ISO 50001: Sistemas de gestão de energia – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ABNT. ABNT NBR ISO 50002: Auditorias energéticas – Requisitos e orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ABNT. ABNT NBR ISO 50006: Sistemas de gestão de energia – Medição de desempenho energético usando linhas de base e indicadores de desempenho energético. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ANEEL. Resolução Normativa nº 920, de 23 de fevereiro de 2021. Aprova os Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2021920.pdf> . Acesso em: 09 out. 2024.
- ANEEL. Resolução Normativa nº 929, de 7 de junho de 2021. Altera a RN nº 920/2021 e estabelece forma de operacionalização da CDE. Brasília, DF: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2021929.html> . Acesso em: 09 set. 2025.
- ATLAS da Eficiência Energética do Brasil: Edificações (2023). Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2024 (revisão). Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-788/Atlas_Brasil_2023_PT_rev_set2024.pdf . Acesso em: 09 out. 2024.
- BRASIL. Decreto nº 87.079, de 30 de março de 1982. Dispõe sobre medidas de uso racional de energia. Brasília, DF: Presidência da República, 1982. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d87079.htm . Acesso em: 09 out. 2024.
- BRASIL. Decreto nº 9.863, de 27 de junho de 2019. Dispõe sobre o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9863.htm . Acesso em: 09 out. 2024.
- BRASIL. Decreto nº 9.864, de 27 de junho de 2019. Regulamenta a Lei nº 10.295/2001 e dispõe sobre o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética. Brasília, DF: Presidência da República, 2019. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d9864.htm . Acesso em: 09 out. 2024.
- BRASIL. Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19478.htm . Acesso em: 09 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. Dispõe sobre investimentos em P&D e em eficiência energética pelas empresas do setor elétrico. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm . Acesso em: 09 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110295.htm . Acesso em: 09 out. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.280, de 3 de maio de 2016. Altera a Lei nº 9.991/2000 para destinar recursos à eficiência energética. Brasília, DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113280.htm . Acesso em: 09 out. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). Materiais disponíveis para download – Rede de Aprendizagem de Edifícios Públicos. Brasília, DF: MME, [s.d.]. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/sef/materiais-disponiveis-para-download>. Acesso em: 12 set. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). Projeto-piloto: diagnósticos e ações de eficiência energética em edifícios públicos. Brasília, DF: MME, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/sef/o-projeto-piloto-diagnosticos-e-acoes-de-eficiencia-energetica>. Acesso em: 12 set. 2025.

CBCS; ELETROBRAS. Guia Prático para Realização de Diagnósticos Energéticos em Edificações. São Paulo/Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://cbcs.org.br> . Acesso em: 09 out. 2024.

CEMIG. Cemig investe mais de R\$ 13,6 milhões em hospitais e unidades de saúde de Minas Gerais. [S. l.]: Cemig, 2025. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/noticia/cemig-investe-mais-de-r136-milhoes-em-hospitais-e-unidades-de-saude-de-minas-gerais/> . Acesso em: 06 set. 2025.

CEMIG; SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS (SEE-MG). *Programa de Eficiência Energética da Cemig investiu R\$ 11,7 milhões em escolas estaduais em 2021*. Belo Horizonte: SEE-MG, 2021. Disponível em: <https://www.educacao.mg.gov.br/programa-de-eficiencia-energetica-da-cemig-investiu-r-117-milhoes-em-escolas-estaduais-em-2021>. Acesso em: 09 out. 2024.

CEMIG. Cemig investe R\$ 100 milhões na 1ª fase do Minas LED. [S. l.]: Cemig, 2024. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/noticia/cemig-investe-r-100-milhoes-na-1a-fase-do-minas-led/> . Acesso em: 09 Nov. 2024.

CEMIG. Iluminação em hospitais públicos. In: Revista Energia Inteligente. Ano 1, n. 1, Belo Horizonte: Cemig, jan. 2013. p. 42-47. Disponível em: https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/08/REVISTA_ENERGIA-INTELIGENTE_21-01.pdf . Acesso em: 09 out. 2024.

CEMIG. Minas LED – Programa de Sustentabilidade. [S. l.]: Cemig, 2024. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/programa-sustentabilidade/minas-led/> . Acesso em: 09 out. 2024.

CEMIG. Programa Cemig nas Escolas (2021–2022). Belo Horizonte: Cemig, 2023. Disponível em: <https://www.cemig.com.br> . Acesso em: 09 out. 2024.

ELETRONBRAS; PROCEL. Resultados Procel 2023 – Ano-base 2022. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2023. Disponível em: http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2023/Procel_rel_2023_web.pdf . Acesso em: 08 out. 2024.

EPE; MME. Caderno de Demanda e Eficiência Energética – PDE 2031. Rio de Janeiro: EPE/MME, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/planejamento-energetico/pde/pde-2031/cadernos> . Acesso em: 08 set. 2024.

GOVERNO DE MINAS GERAIS. Plano Estadual de Ação Climática (PLAC-MG). Belo Horizonte: SEDE, 2021. Disponível em: <https://www.mg.gov.br> . Acesso em: 09 set. 2025.

INMETRO. Portaria nº 309, de 24 de agosto de 2022. Aprova os regulamentos do PBE Edifica (alterada em 2024). Rio de Janeiro: Inmetro, 2022. Disponível em: <https://pbeedifica.com.br/portariaconsolidada> . Acesso em: 09 set. 2024.

INMETRO. Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C). Rio de Janeiro: Inmetro, 2010. Disponível em: https://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf . Acesso em: 09 set. 2024.

INMETRO. RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade para Edificações Residenciais. Rio de Janeiro: Inmetro, 2012. Disponível em: <https://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf> . Acesso em: 09 set. 2024.

INSTITUTO DO COBRE (PROCOBRE); ICA. Guia para Aplicação da ABNT NBR ISO 50001 – Gestão de Energia. [Material de apoio]. Disponível em: <https://procobre.org> . Acesso em: 09 set. 2024.

INTERNATIONAL PERFORMANCE MEASUREMENT AND VERIFICATION PROTOCOL (IPMVP). International Performance Measurement and Verification Protocol. EVO, 2012. Disponível em: <https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp> . Acesso em: 09 set. 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA; EPE. Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf). Brasília: MME/EPE, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-nacional-de-eficiencia-energetica/documentos/plano-nacional-eficiencia-energetica-pdf.pdf/vie> . Acesso em: 09 set. 2024.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *ProjetEEE – Edificações Eficientes*. Brasília: MME, 2025. Disponível em: <https://projeteee.mme.gov.br/> . Acesso em: 09 set. 2024.

O'NEILL, Z.; PANG, X.; SHASHANKA, M.; HAVES, P.; BAILEY, T. Model-based real-time whole building energy performance monitoring and diagnostics. *Journal of Building Performance Simulation*, v. 7, p. 83–99, 2014. DOI: 10.1080/19401493.2013.777118.

RACE TO ZERO. United Nations Climate Champions. New York: UNFCCC, 2021. Disponível em: <https://climatechampions.unfccc.int/initiatives/race-to-zero> .

VALENTE DE MACEDO, Laura; BELLEZONI, Rodrigo A.; PUPPIM DE OLIVEIRA, José A.; SALEHI, Pourya; CURRIE, Paul; JONES, Amy. *Innovating in Urban Green and Blue Infrastructure to Improve the Food-Water-Energy Nexus: An Implementation Guide for Cities and Subnational Governments*. São Paulo: FGV EAESP CEISA; ICLEI, 2022. ISBN 978-65-00-42290-0. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10438/32062>

ANEXOS

Anexo I : Ferramentas de Análise e Diagnóstico Energético para Edificações Públicas

Este Anexo I visa orientar os gestores municipais no uso de planilhas e modelos desenvolvidos no Projeto-piloto da Rede de Aprendizagem em Edifícios Públicos (RedEE), iniciativa do Ministério de Minas e Energia (MME) com apoio técnico da Eletrobras/Procel. O projeto foi realizado entre maio de 2020 e junho de 2021, com a participação de 17 instituições públicas federais, estaduais e municipais.

As Redes de Aprendizagem têm como propósito facilitar o compartilhamento de conhecimento empírico, promover o acesso à informação e à capacitação técnica, além de estimular a inovação por meio da troca de experiências entre instituições. Baseada na ABNT NBR ISO 50002, essa experiência piloto obteve resultados relevantes, servindo como referência para gestores prediais dos municípios de Minas Gerais.

Para realizar um diagnóstico energético, é essencial coletar dados consistentes sobre o consumo de energia e caracterizar adequadamente cada edificação. Nesse sentido, o conjunto de planilhas disponibilizadas pela RedEE apoia todo o processo:

- Planilhas de Análise de Faturas e Memória de Massa → permitem monitorar o histórico de consumo, registrar sazonalidade e identificar padrões de uso.
- Planilha de Identificação do Edifício → registra características físicas e operacionais do prédio.
- Planilhas de Levantamento de Cargas → detalham equipamentos de climatização, iluminação, informática e outros usos significativos de energia.

- Planilha de Diagnóstico Energético → integra todas as informações, fornecendo um panorama do desempenho energético da edificação e identificando os principais pontos de ineficiência.

Com base nesse diagnóstico, é possível propor medidas de eficiência energética específicas para cada edifício, incluindo substituição de equipamentos ineficientes, modernização de sistemas de iluminação e climatização e adoção de práticas de gestão energética.

As planilhas e modelos são de uso público, encontram-se disponíveis para [download no](#) site oficial da Rede de Aprendizagem em Edifícios Públicos (RedEE/MME) e incluem instruções de uso. Dessa forma, a Tabela 10 sintetiza essas ferramentas, descrevendo cada planilha e indicando os links para acesso aos materiais.

Tabela 10. Ferramentas de Análise e Diagnóstico Energético para Edificações Públicas

Planilha	Descrição	Link para Download
Análise de Faturas	Esta planilha permite organizar e analisar os dados das faturas de energia elétrica, identificando padrões de consumo, picos de demanda e variações ao longo do tempo. Através de gráficos e indicadores, é possível visualizar o histórico de consumo e comparar o desempenho energético do edifício em diferentes períodos.	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1y7eQ01-kzmtcvnZCUR4PJSxY51HOfTOf/edit?usp=drive_link&oid=100004250576367574747&rtpof=true&sd=true
Memória de Massa	A planilha de memória de massa permite analisar os dados brutos de consumo de energia, fornecendo informações detalhadas sobre o perfil de carga do edifício. Com essa ferramenta, é possível identificar os horários de maior consumo, a influência de fatores externos (como temperatura e umidade) e a eficiência dos equipamentos.	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HY_7WK21WDDqAriP5aE9UAHWzLvC-s25/edit?usp=drive_link&oid=100004250576367574747&rtpof=true&sd=true
Identificação do Edifício	Esta planilha coleta informações detalhadas sobre as características	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1HY_

Planilha	Descrição	Link para Download
	físicas e operacionais do edifício, como área construída, sistemas instalados, materiais de construção e ocupação. Essas informações são essenciais para a realização de um diagnóstico energético preciso.	7WK21WDDqAriP5aE9UAHWzLvC-s25/edit?usp=drive_link&oid=100004250576367574747&rtpof=true&sd=true
Levantamento de Cargas	A planilha de levantamento de cargas tem como objetivo identificar e quantificar os equipamentos elétricos instalados no edifício, como ar-condicionado, iluminação, computadores etc. Ao determinar a potência e o tempo de utilização de cada equipamento, é possível estimar o consumo de energia de cada sistema e identificar oportunidades de otimização.	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1RI5xa9KqRE1RdSP5Lib4-C8PmmVxeCKq/edit?usp=drive_link&oid=100004250576367574747&rtpof=true&sd=true https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UObdVNIFVA8HZUqNLzulPq8JZV-25I6B/edit?usp=drive_link&oid=100004250576367574747&rtpof=true&sd=true https://docs.google.com/spreadsheets/d/1PPr_dzlwJ4M4hsLHswuELgMJVNzZXDc0/edit?usp=drive_link&oid=100004250576367574747&rtpof=true&sd=true
Diagnóstico Energético	A planilha de diagnóstico energético integra todas as informações coletadas nas outras planilhas, permitindo identificar os pontos críticos de consumo de energia no edifício e propor medidas de eficiência energética. Essa ferramenta fornece uma visão abrangente do desempenho energético do edifício e auxilia na tomada de decisões para a redução de custos e a melhoria da eficiência.	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Ko7QP0qZ_DLMsESS_nxMhcKZ9bBBcIWn/edit?usp=drive_link&oid=100004250576367574747&rtpof=true&sd=true

(Fonte: Elaboração própria, 2024)

Anexo II: Fontes de Informação e Ferramentas sobre Eficiência Energética

Este anexo apresenta as principais fontes de informação e ferramentas para apoiar a implementação de práticas de eficiência energética em edifícios públicos no Brasil. Essas fontes fornecem uma base de conhecimento essencial, oferecendo suporte técnico para as etapas de diagnóstico energético, implantação de soluções e monitoramento de resultados. Com informações confiáveis e atualizadas, elas constituem recursos indispensáveis para gestores públicos interessados em promover o uso eficiente da energia nos edifícios sob sua administração.

Tabela 11. Fontes e Ferramentas de embasamento teórico de soluções, acompanhamentos e diagnósticos energéticos.

Fonte/Ferramenta	Descrição	Link
Portal de Eficiência Energética do Ministério de Minas e Energia	Plataforma completa que oferece informações sobre políticas públicas, programas e ferramentas de apoio à eficiência energética. Inclui seções como Ações e Programas, Ferramentas, Publicações e Estudos, e Quem é Quem da Eficiência Energética.	https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/ee
ProjetEEE	Plataforma que oferece suporte para a elaboração de projetos de eficiência energética, incluindo ferramentas de cálculo e guias técnicos.	http://www.mme.gov.br/projeteee/
SIDAC (Sistema de Informação do Desempenho Ambiental da Construção)	Sistema que fornece dados sobre o desempenho ambiental de edificações, auxiliando na implementação de práticas sustentáveis.	https://sidac.org.br/
Guias Digitais ABNT NBR 16.929/2021	Guias que oferecem normas e diretrizes para a construção sustentável e eficiência energética em edificações.	https://www.guiademotores.com/
Calculadoras de Potencial Fotovoltaico	Ferramentas que permitem calcular o potencial de geração de energia solar em	https://profiler.purix.com/Chart

	diferentes locais, auxiliando na implementação de sistemas fotovoltaicos.	
Atlas de Eficiência Energética do Brasil	Documento que monitora o progresso da eficiência energética no país, apresentando indicadores detalhados sobre consumo de energia e práticas de eficiência.	https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-788/Atlas_Brasil_2023_PT_rev_set2024.pdf

(Fonte: Elaboração própria, 2024)