

# GUIA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

para Prédios Públicos do Governo do  
Estado do Rio de Janeiro



**GOVERNO DO ESTADO  
DO RIO DE JANEIRO**

**Governador**

Luiz Fernando Pezão

**Vice-governador**

Francisco Dornelles

**SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO  
E GESTÃO - SEPLAG**

**Secretária de Estado**

Cláudia Uchôa

**SUBSECRETARIA DE LOGÍSTICA E PATRIMÔNIO**

**Subsecretário**

Fábio Nunes



## Guia de Eficiência Energética: Capacitação de profissionais e desenvolvimento de Plano Estratégico para eficiência energética em edifícios públicos no Estado do Rio de Janeiro

Elaborado por:

**mitsidi**  
PROJETOS

- Autores:** Alexandre Schinazi  
Edward Borgstein  
Rosane Fukuoka
- Para:** Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
- Programa:** Energias Renováveis e Eficiência Energética
- No do Programa:** 11.2261.3-001.00
- Coordenação:** Ricardo Külheim (GIZ)  
Madalena Santos (SEPLAG - Governo do Estado do Rio de Janeiro)  
Joan França (Casa Civil - Governo do Estado do Rio de Janeiro)

Dezembro 2015

### Informações Legais

1. Todas as indicações, dados e resultados deste estudo foram compilados e cuidadosamente revisados pelo(s) autor(es). No entanto, erros com relação ao conteúdo não podem ser evitados. Consequentemente, nem a GIZ ou o(s) autor(es) podem ser responsabilizados por qualquer reivindicação, perda ou prejuízo direto ou indireto resultante do uso ou confiança depositada sobre as informações contidas neste estudo, ou direta ou indiretamente resultante dos erros, imprecisões ou omissões de informações neste estudo.
2. A duplicação ou reprodução de todo ou partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que a GIZ seja citada como fonte da informação. Para outros usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição de todo ou partes deste estudo, é necessário o consentimento escrito da GIZ.

## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Apresentação .....</b>	<b>5</b>
<b>Considerações Iniciais .....</b>	<b>6</b>
<b>Siglas e abreviaturas .....</b>	<b>7</b>
<b>Referências normativas .....</b>	<b>8</b>
1. NORMAS E PROGRAMAS FEDERAIS .....	8
2. NORMAS E PROGRAMAS ESTADUAIS .....	8
<b>Medidas de eficiência energética .....</b>	<b>9</b>
1. SETOR ADMINISTRATIVO .....	9
2. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....	10
A. Gestão Predial .....	11
B. SISTEMAS PREDIAIS .....	14
I.    Envoltória e Aspectos Construtivos .....	14
II.   Iluminação .....	15
III.  Ar Condicionado .....	17
IV.  Bombas de Água .....	21
V.  Cargas de Tomada .....	21
VI.  Cargas Especiais .....	22
C. AUTOMAÇÃO .....	25
3. SETOR DE OBRAS .....	26
4. SETOR DE COMPRAS .....	28
5. ENERGIAS RENOVÁVEIS .....	30
A. AQUECIMENTO SOLAR .....	30
B. ENERGIA FOTOVOLTAICA .....	31
<b>Considerações finais .....</b>	<b>33</b>
<b>Links úteis .....</b>	<b>34</b>
<b>Bibliografia .....</b>	<b>35</b>

## Apresentação

Este documento apresenta o Guia de Eficiência Energética referente à Etapa 5 do Projeto de Capacitação de Profissionais e desenvolvimento de um Plano Estratégico para aumentar a eficiência energética em prédios públicos do Estado do Rio de Janeiro.

A importância de reduzir o consumo de energia em edificações vem aumentando no Brasil nos últimos anos, em parte devido ao aumento da participação de centrais termelétricas na matriz energética do País. Este quadro tem se agravado com um período prolongado de estiagem observado na região sudeste nos anos de 2013 e 2014. Além disso, o Plano Nacional de Energia 2050 identifica para os próximos anos a tendência de um grande crescimento do consumo, e destaca a importância de se implantar medidas de eficiência, sobretudo em prédios públicos.

A partir de junho 2014, todos os prédios públicos federais construídos ou passando por retrofit precisam atingir nível A na etiquetagem de eficiência PBE Edifica. No entanto, como muitos edifícios públicos já são construídos, é necessário focar na sua fase de operação, para melhorar a eficiência em uso. Para tal, há muitas estratégias que podem ser implementadas em edifícios existentes, com diferentes níveis de custo e distúrbio para os ocupantes, desde medidas de custo zero até aquelas de alto custo.

Em fevereiro 2015, foi publicada uma portaria obrigando os prédios públicos federais a adotar providências para implantar boas práticas de gestão de energia elétrica e água, e a fornecer informações sobre seu consumo através da plataforma SisPES (Sistema Esplanada Sustentável, plataforma digital de gerenciamento de despesas administrativas dos Órgãos Públicos Federais), com dados retroativos a janeiro 2014. Os consumos serão monitorados, e os edifícios, classificados de acordo com a sua eficiência.

Ferramentas de apoio para eficiência energética em edificações públicas estão sendo desenvolvidas pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), em associação com o Ministério do Meio Ambiente. Porém, para que um órgão público possa aplicar estas ferramentas e realizar o potencial de melhoria de desempenho em edificações, é necessário criar capacidade interna em duas áreas:

1. Treinamento de gestores dos edifícios, para identificar e implementar medidas de baixo e médio custo;
2. Sensibilização dos tomadores de decisão, para entender as potenciais melhorias e realizar planejamento estratégico para atingir o desempenho potencial.

Para atender a essa demanda, este projeto, realizado em cooperação entre a SEPLAG e a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* tem como objetivos principais compreender o panorama energético atual dos prédios públicos do Estado do Rio de Janeiro, capacitar os gestores dos edifícios a utilizá-los da forma mais eficiente, desenvolvendo um Guia de referência para os tomadores de decisão identificando as melhores práticas e as principais áreas para melhoria, e preparar uma estratégia de acompanhamento e melhoria contínua na eficiência energética das edificações do Estado do Rio de Janeiro. Para isso, o projeto foi dividido nas 6 etapas listadas a seguir:

**Etapa 1 - Levantamento de Informações**

**Etapa 2 - Visitas Técnicas**

**Etapa 3 - Identificação de Barreiras**

**Etapa 4 - Capacitações Técnicas**

**Etapa 5 - Guia de Referência**

**Etapa 6 - Plano de Eficiência Energética e Melhoria Contínua**

## Considerações Iniciais

Após o levantamento de dados, as visitas técnicas e a identificação de barreiras, essa 5ª etapa consiste no desenvolvimento de um material de referência didático sobre o consumo de energia em prédios públicos no estado de Rio de Janeiro, identificando as melhores práticas, bem como as principais áreas para melhoria. Este material servirá como guia de referência para ser distribuído aos gestores prediais e aos tomadores de decisão, a fim de auxiliá-los nas tomadas de decisão e na gestão eficiente dos edifícios visando redução de consumo.

Este trabalho não tem o objetivo de elucidar os conceitos básicos de elétrica, arquitetura e ar condicionado, portanto estes não serão tratados ao longo do guia.

É importante destacar que nem todas as medidas, sugestões e recomendações neste Guia aplicam-se a todos os edifícios, cabendo aos gestores prediais filtrarem e selecionarem as que se aplicam aos seus prédios. Isso ocorre devido à grande diversidade de tipologias e usos de edifícios públicos no estado do Rio, cada qual com as suas características e oportunidades de melhoria particulares. O Guia tenta alcançar a maior abrangência de tipos de edifícios.

## Siglas e abreviaturas

ACJ - Ar condicionado de janela

BAC - Bomba de Água de Condensação

BAG - Bomba de Água Gelada

BMS - *Building Management System* (Sistema de automação central)

CAG - Central de Água Gelada

CIEP - Centros Integrados de Educação Pública

CPD - Central de Processamento de Dados

COP - *Coefficient of Performance* (coeficiente de desempenho, de equipamentos de refrigeração)

EMOP - Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro

FAETEC - Fundação de Apoio à Escola Técnica

LED - *Light Emitting Diode*

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SEC - Secretaria de Estado da Cultura

SEEDUC - Secretaria de Estado de Educação

SEFAZ - Secretaria de Estado da Fazenda

SEPLAG - Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão

SES - Secretaria de Estado da Saúde

SisPES - Sistema Esplanada Sustentável

VAV - Volume de Ar Variável

VFD - *Variable Frequency Drive* (Variador de Frequência)

VRF / VRV - *Variable Refrigerant Flow* (Volume de Refrigerante Variável)

## Referências normativas

É importante que o gestor predial conheça as normas vigentes no âmbito federal e também no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, que se referem a assuntos de eficiência energética e sustentabilidade no meio construído.

### 1. NORMAS E PROGRAMAS FEDERAIS

As seguintes normas e programas federais foram publicados no Diário Oficial da União.

- **Decreto nº 8.540 / 2015** – Publicado em outubro de 2015, este decreto estabelece medidas de racionalização do gasto público com contratações e prestação de serviços e utilização de celulares. Com relação aos contratos e contas de energia elétrica, ele estabelece a análise de enquadramento tarifário e demanda, o controle permanente do consumo, a análise de dados, a redução do consumo de energia reativa ( $FP \geq 0,92$ ), e a implementação de medidas que reduzam o consumo de energia, principalmente no horário de ponta.
- **Portaria 23 / 2015** – Publicado em fevereiro de 2015, esta Portaria estabelece práticas imediatas e permanentes no uso de energia e água para prédios públicos federais e monitoramento desses bens e serviços com o apoio de campanhas de conscientização presenciais ou eletrônicas.
- **IN nº 2 / 2014** – Publicado em junho de 2014, este decreto estabelece a obrigatoriedade de obtenção Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nível A nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit.

### 2. NORMAS E PROGRAMAS ESTADUAIS

Com exceção da Agenda A3P, as seguintes normas e programas estaduais foram publicados no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro (DOERJ).

- **Decreto 45.421/2015** – Publicado em outubro 2015, este decreto estabelece a criação das CINCONSERV pelos órgãos e secretarias de estado, e descreve as suas atribuições, como a prestação de informações de gestão de consumo à SEPLAG, a busca por melhorias de eficiência energética nos edifícios sob sua responsabilidade, bem como o estabelecimento de metas específicas de redução de consumo.
- **Resolução SEPLAG 1.375/ 2015** – Publicado em setembro 2015, esta resolução cria o Grupo de Trabalho de Eficiência Energética para implementar o Projeto de capacitação de servidores e desenvolvimento do Plano Estratégico para eficiência energética em prédios públicos no Estado do Rio de Janeiro, liderado pela SEPLAG .
- **Decreto 45.109 / 2015** – Publicado em janeiro 2015, esse decreto estabelece em seu Art. 14 que todos os órgãos e entidades da administração pública estadual deverão reduzir o consumo de suas despesas correntes, dentre as quais a energia elétrica, em, pelos menos, 20%.
- **Decreto 43.629/2012** – Publicado em junho 2012, esse decreto apresenta critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens e contratação de serviços pela administração pública estadual, determinando, entre outros pontos, que a economia de consumo energético seja levada em conta no projeto de novas edificações.

- **Agenda A3P** – A Campanha Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) é uma ação voluntária proposta pelo Ministério do Meio Ambiente, e que vem sendo implementada, ao redor do Brasil, por diversos órgãos e instituições públicas. No Rio, a Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) lançou a campanha em agosto 2012, aplicável a toda a administração pública estadual, usando folders e adesivos para incentivar a adoção de atitudes de responsabilidade socioambiental pelos servidores públicos no seu dia-a-dia.
- **Decreto 43.216 / 2011** – Publicado em Setembro de 2011, este decreto dispõe sobre Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável, com metas de redução da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) em 30% em relação ao ano de 2005, mediante ações de eficiência energética, até o ano de 2030.

## Medidas de eficiência energética

### 1. SETOR ADMINISTRATIVO

Conforme informações obtidas a partir das visitas técnicas e dados levantados dos edifícios públicos do Rio de Janeiro, alguns procedimentos devem ser adotados para que haja uma redução no consumo energético.

Primeiramente, é necessário o alinhamento e participação das principais Secretarias e agentes diretamente relacionados na questão da Gestão energética do Estado, centralizados pela SEPLAG e coordenados pela Casa Civil. Após essa convergência de interesses, é preciso que haja uma organização e padronização dos dados e cadastros de imóveis das Secretarias para que haja um identificador comum nos cadastros, como o número FIP utilizado pela Subsecretaria de Patrimônio da SEPLAG, estabelecendo oficialmente sua obrigatoriedade e atualização dos dados, assim como a utilização do software de controle e visualização do consumo energético, que seja acessível pelos gestores prediais, o GestãoNet.

A partir de então, é possível traçar diretrizes gerais e individuais que se apliquem a cada Secretaria e estabeleçam metas de consumo mensais e anuais e resultem em publicações oficiais como decretos e normas. Ciente disso, é desejável que os órgãos e secretarias tomem as seguintes medidas administrativas:

- Designar um gestor predial ou síndico para cada edifício, com apoio de uma equipe local de técnicos de manutenção;
- Exigir das concessionárias de energia elétrica o envio ao órgão das faturas individualizadas por edifício;
- Distribuir as faturas aos edifícios, para que cada gestor possa controlar o seu consumo energético mensal;
- Fiscalizar e acompanhar a execução de medidas e decretos relacionados à gestão energética;
- Conscientizar o diretor ou gestor da instituição ou edifício da importância de realização de medidas de eficiência energética;
- Realizar trabalho de conscientização ambiental para curto, médio e longo prazo com os usuários;

- Aplicar incentivos por premiação ou recompensa para as edificações que alcançarem as metas, como publicações mensais com rankings das edificações mais eficientes e/ou utilização desses recursos para investimentos e melhorias na própria edificação;
- Caso necessário, fazer uma análise aprofundada de edificações estratégicas com a realização de auditorias de energia.

## 2. OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

Devido ao cenário econômico do país e à crise energética, que acarretou um aumento considerável das tarifas, surge uma oportunidade única para as edificações públicas repensarem sua gestão e diminuïrem seus gastos com energia. Para que essa meta possa ser alcançada, muitas medidas podem ser feitas no âmbito de eficiência energética. Dentro desse contexto de crise e conscientização, em janeiro de 2015, foi publicado o **Decreto Estadual 45.109** que determinou uma redução de pelo menos 20% (vinte por cento) dos valores e/ou quantitativos relativos ao saldo de cada contrato que esteja em vigor ou das contratações em curso, inclusive as de energia elétrica.

Outra publicação importante foi a **Portaria nº 23**, publicada em fevereiro de 2015, que estabelece medidas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos edifícios públicos federais.

A fase de operação e manutenção de um edifício abrange a maior parcela de consumo de energia ao longo da vida útil da edificação. Para exemplificar uma típica distribuição do uso de energia final de uma edificação comercial, apresentamos o gráfico a seguir:

**CONSUMOS POR USO FINAL – TOTAL**  
Edifício Exemplo

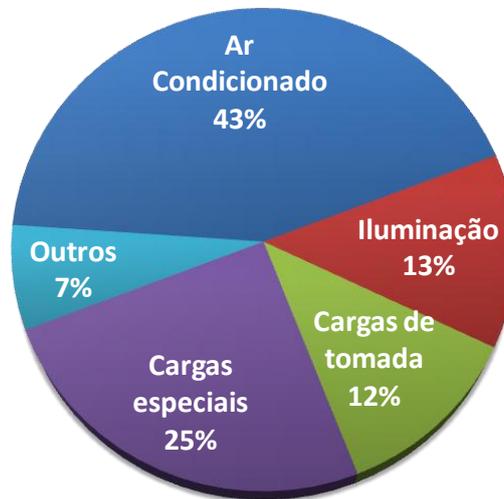


Figura 1. Consumo de energia de um edifício típico comercial. FONTE: Mitsidi, 2015.

Como pode ser observado, o ar condicionado representa a maior parcela de consumo de energia (43%), seguido por cargas especiais (25%), tais como centrais de armazenamento de dados, CPDs, cozinhas industriais, boilers elétricos, entre outros. A iluminação representa um consumo de 13% e as cargas de tomada também apresentam um consumo semelhante (12%), muito relevante em edifícios de escritórios pelo uso expressivo de computadores, impressoras, scanners, telefones, ventiladores, etc. Os 7% restantes são referentes a consumos menores, como elevadores, escadas rolantes e bombas de água.

## A. Gestão Predial

Levando em consideração a realização das medidas administrativas citadas no capítulo 1, para um pleno exercício de sua atividade, o gestor predial deve primeiramente conhecer seu edifício e seus sistemas básicos de água, energia, condicionamento artificial, manutenção e operação, sempre buscando medidas e melhorias tais como as citadas a seguir:

- Monitorar as faturas de energia, mantendo controle em planilhas e conferindo mensalmente com a leitura dos medidores;
- Buscar causas de anomalias de consumo, o motivo de aumento ou redução de gastos, considerando fatores externos tais como variação da ocupação do edifício, efeitos da temperatura externa, período de férias e variação do período de leitura da fatura mensal;
- Realizar um inventário e manter uma planilha de lâmpadas e equipamentos de ar condicionado presentes no edifício;
- Identificar os equipamentos consumidores de energia, e manter controle sobre sua utilização e períodos de manutenção;
- Identificar corretamente o quadro dos disjuntores e solicitar sua manutenção quando necessário;
- Fazer uma distribuição controlada das lâmpadas nas luminárias das salas e corredores, de acordo com a necessidade, podendo fazer a alternância de lâmpadas em ambientes pouco utilizados, sem prejudicar, no entanto, a iluminação necessária para exercer cada atividade;
- Aproveitar a iluminação natural dos ambientes quando possível, desligando as lâmpadas quando não há necessidade;
- Estabelecer procedimentos formais para horários de operação da iluminação e ar condicionado;
- Estabelecer procedimentos de controle do uso da bomba de água de acordo com sua utilização.

Uma dificuldade comum encontrada por gestores de prédios públicos é a leitura de medidores, especialmente devido à troca de alguns pelo modelo eletrônico. A leitura dos medidores é essencial para uma correta gestão energética dos edifícios. Seguem abaixo orientações para facilitar essa tarefa.

### Leitura de medidores

Atualmente existem no mercado três principais tipos de medidores:

#### Ponteiros



#### Ciclométrico



#### Eletrônico



Figura 2. Tipos de medidores. FONTE: LIGHT, 2015.

### Medidor por Ponteiros

A leitura dos medidores por ponteiros está ilustrada na figura abaixo.

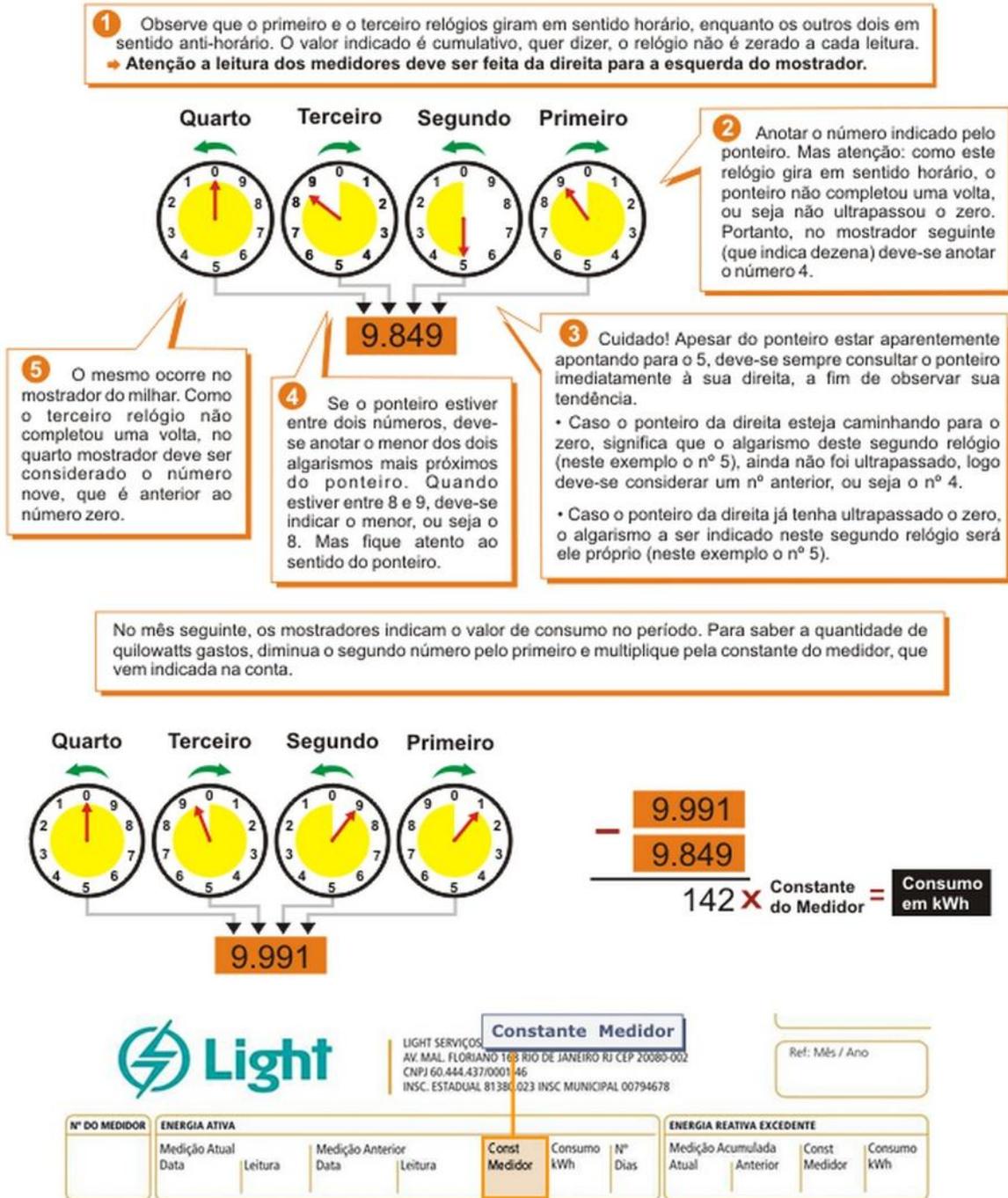


Figura 3. Leitura de medidores. FONTE: LIGHT, 2015.

### Medidor Ciclométrico

Apresenta os algarismos em formato digital, funcionando como um registrador de quilometragem percorrida por um veículo. Nesse tipo de relógio de luz, os números que aparecem no visor já indicam o valor da leitura.

## Medidor Digital ou Eletrônico

Este medidor registra o consumo de energia por intervalo de tempo, com detalhamento de energia ativa e reativa, além de apontar outros indicadores como tensão e quedas de energia.

Nos edifícios públicos visitados, foram identificados medidores eletrônicos do modelo SAGA 1000, do fabricante Landis+Gyr, e outros semelhantes, conforme Figura 4.



Figura 4. Foto do modelo de medição eletrônica encontrado nas visitas.

O manual do usuário do medidor, emitido pelo fabricante, contém informações essenciais para aprender a decifrar os seus números. A Figura 5 apresenta um trecho do manual do usuário de um modelo de medidor, onde é possível identificar orientações sobre a sua leitura.

Recomenda-se que cada gestor predial solicite o manual do usuário do medidor instalado em seu edifício **diretamente ao fabricante**. Em alguns casos, o manual pode ser localizado na Internet. Itens como o Código de identificação da grandeza podem ser encontrados no manual.

### Formato da apresentação

```
MMMMMMMMMMMMMMMMMM
CCC  GGGGGGU P R -->
```

Onde:

**MMM** = Mensagem de identificação da grandeza

**CCC** = Código de identificação da grandeza.

Os códigos sem o dígito da centena referem-se a energia no sentido direto (linha-carga) e os códigos com o dígito da centena referem-se a energia no sentido reverso (carga-linha)

**GGGGGG** = Valor numérico da grandeza

**U** = Unidade de apresentação da grandeza. Pode ser:

( ) pulsos, (g) grandeza, (K) Kilo grandeza ou (M) Mega grandeza

**P** = Posto horário. Pode ser:

(P) ponta, (F) fora de ponta, (D) tarifa D e (L) reservado ou vazio

**R** = Posto horário reativo. Pode ser:

(i) indutivo, (c) capacitivo, (I) indutivo e capacitivo

--> = Seta indicando sentido de fluxo da energia (direta ou reversa)

As informações podem ser apresentadas no modo **Normal**, **Alternado** e **Análise**.

Figura 5. Leitura do medidor de acordo com o Manual Saga1000.

## Contratação de energia

Uma das principais atribuições do gestor predial é o monitoramento e análise das faturas de energia, bem como do perfil de carga de consumo do edifício. Como resultado disso, o gestor deve ser capaz de identificar possíveis melhorias no modelo de contratação de energia, que possam trazer economias financeiras ao edifício, e comunicar a sua análise à secretaria ou órgão responsável. Algumas possíveis análises estão listadas a seguir:

- Avaliar possibilidade de deslocamento da demanda, reduzindo o consumo nos horários de pico e deslocando-os para horários com menor demanda, conforme Figura 6;
- Avaliar a contratação da demanda e modelo tarifário, com base nas faturas de energia;
- Para prédios com contratos de baixa tensão, avaliar a possibilidade de mudar para média tensão, que tem tarifa mais baixa.

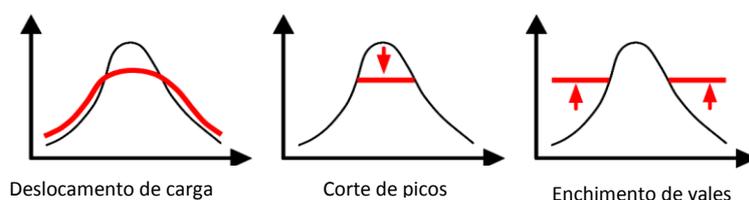


Figura 6. Exemplo de redução de consumo através da análise da curva de carga diária da edificação.

## B. SISTEMAS PREDIAIS

Nos itens a seguir, serão descritas algumas medidas de eficiência energética de zero, baixo, e médio-alto custo de investimento que podem ser realizadas em cada área: envoltória e aspectos construtivos, iluminação, ar condicionado, bombas de água, cargas de tomadas e cargas especiais.

### I. ENVOLTÓRIA E ASPECTOS CONSTRUTIVOS



#### ZERO CUSTO

- Projeto: é nessa fase que estão as melhores oportunidades para diminuir os gastos energéticos de uma edificação que irá refletir durante sua operação. Um bom projeto considera as melhores estratégias de implantação, orientação, materiais, ventilação e condicionamento de ar. O intuito deste Guia não é fornecer orientações detalhadas sobre projeto eficiente de edifícios novos, uma vez que o foco é em edifícios existentes.
- Priorizar estratégias de ventilação cruzada e noturna e sombreamento adequado, se necessário com o auxílio de brises, cobogós, etc.

#### BAIXO CUSTO

- Pintura branca na cobertura para diminuir a carga térmica por radiação direta.
- Pintar as paredes externas de cores claras, para diminuir ganhos de calor por radiação solar direta.
- Pintar as paredes internas e tetos com cores claras para diminuir a absorção de luz e aumentar a iluminação que incide no plano de trabalho.
- Fazer o isolamento térmico em coberturas, usando materiais isolantes com baixo índice de condutibilidade térmica ("U"), de acordo com a NBR 15220-Desempenho térmico de edificações, 2003.

## MÉDIO - ALTO CUSTO

- Para reformas, retrofits ou ampliações, escolha materiais construtivos adequados para cada região, de acordo com a **NBR 15220 - Desempenho Térmico de Edificações**.
- Fazer uma avaliação com um profissional e verificar a necessidade de fixação de películas de controle solar nas janelas.
- Fazer a proteção das janelas e fachadas que recebem mais insolação com elementos de sombreamento como brises, cobogós, etc.
- Fazer uma avaliação com um profissional e verificar a possibilidade de realização de um telhado verde na cobertura da edificação. Além de propiciar um ambiente mais agradável, esta estratégia pode reduzir cerca de 30% a radiação solar, diminuindo as temperaturas e aumentando a umidade dos locais onde estão instalados.
- Para edifícios complexos, há ainda a possibilidade de realização de simulações computacionais para avaliar as melhores estratégias de reduções energéticas aliadas ao conforto térmico dos usuários por empresas especializadas.

## II. ILUMINAÇÃO



### ZERO CUSTO

- Fazer campanhas de conscientização do uso de energia para os usuários.
- Aproveitar a iluminação natural do dia, quando possível, mantendo as persianas abertas, e evitar acender as lâmpadas.
- Desligar as luminárias da fileira próxima às janelas, se a iluminação natural for adequada para a realização do trabalho.
- Apagar as luzes após o uso do ambiente.
- Desligar as lâmpadas ao final do dia, nos quadros de disjuntores.
- Fazer a limpeza periódica das luminárias e lâmpadas para manter a qualidade da iluminação sobre o plano de trabalho.



Figura 7. Desligar as lâmpadas quando possível.



Figura 8. Aproveitar a iluminação natural.

## BAIXO CUSTO

- Utilizar lâmpadas com fotocélulas na iluminação externa, pois estes possuem um sensor de luminosidade natural, ajustando automaticamente a intensidade ou o acionamento da luz artificial.
- Utilizar lâmpadas mais eficientes (fluorescente T8, T5).
- Dar preferência a reatores eletrônicos com alto fator de potência ao invés dos reatores eletromagnéticos, pois os eletrônicos consomem menos energia, dão maior durabilidade e mais estabilidade do fluxo luminoso para as lâmpadas.
- Rebaixar as luminárias quando o pé-direito for muito alto, reduzindo a potência total instalada.
- Instalar sensores de presença nos locais onde não é preciso manter as lâmpadas acesas o tempo todo (corredores, banheiros, etc).
- Programação horária automática com temporizadores ou timers para acionamento ou desligamento de lâmpadas por um período pré-estabelecido.
- Instalar sensores de luminosidade nas lâmpadas próximas às janelas, se possível com dimerização automática.



Figura 9. Exemplo de sensores de presença e temporizadores<sup>1</sup>.

## MÉDIO - ALTO CUSTO

- Dar preferência para o uso de lâmpadas fluorescentes compactas ou LED para ambientes que ficam com as luzes acesas mais de 4 horas por dia.
- Substituir gradualmente lâmpadas fluorescentes tubulares e halógenas por LED em áreas comuns, ambientes de longa permanência, áreas externas, etc.
- Em ambientes como escritórios, escolher luminárias do tipo abertas (suspensas, embutidas ou fixadas) com controle de ofuscamento, que apresentam um rendimento superior às fechadas.
- Usar luminárias reflexivas de alta eficiência como as com refletores de alumínio anodizado.
- Priorizar a aquisição de lâmpadas mais eficientes para os ambientes das edificações, bem como a aquisição de temporizadores para controle de iluminação, substituindo gradativamente o sistema de iluminação mais oneroso, desde que não afete a qualidade de trabalho dos usuários.
- Caso necessário, fazer a avaliação com um profissional para medir ou ajustar o nível de iluminância no local, de acordo com o ambiente, baseado na norma de iluminação de interiores vigente NBR8955-1 (2013), com o auxílio de um luxímetro.
- Verificar necessidade de instalar banco de capacitores para corrigir Fator de Potência.
- Implantar automação predial para a iluminação, com sistema DALI se possível.

<sup>1</sup> . FONTE: disponível em <<http://www.intercomrio.com.br/sensor-de-iluminacao-s152/>>. Acesso em novembro de 2015.



Figura 10. Exemplos de dimmer e lâmpadas LED.<sup>2</sup>

### III. AR CONDICIONADO



#### ZERO CUSTO

- Desligar o aparelho quando o ambiente estiver desocupado.
- Uso controlado do ar condicionado, desligado de manhã e ligado à tarde no inverno.
- Adequar horários à realidade do prédio, programados com timer ou procedimento formal.
- Procure manter janelas e portas fechadas durante o uso do equipamento.
- Limpar os filtros periodicamente, de acordo com o manual do equipamento.
- Fazer a limpeza periódica dos trocadores de calor e serpentinas, evitando perdas de carga adicionais.
- Garantir desligamento noturno do sistema.
- Manter a regulagem dos termostatos do aparelho em 23°C, temperatura de conforto, ou quando aplicável, manter a regulagem em 50% do botão de giro do termostato.
- Aumentar o setpoint de temperatura em casas de máquinas, como dos elevadores, para pelo menos 23°C.
- Verificar periodicamente a calibração de termostatos e umidostatos.
- Verificar se o local dos sensores de temperatura nos ambientes está coerente, com base nos VAVs, nas divisórias e paredes, etc.
- Ajustar os registros dos “dampers” de entrada de ar externo para o mínimo requerido pelo critério de ventilação com o auxílio de um anemômetro, em locais com clima quente.
- Desligamento programado do sistema de exaustão quando dispensável em locais como cozinhas, lanchonetes, restaurantes, estacionamento etc., deixando-o operando apenas quando necessário



Figura 11. Troca de filtro de split e comparação de filtro velho e novo<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> FONTE: disponível em <<http://www.amazon.com/Dimming-Controller-Adjustable-Brightness-Zitrades/dp/B007V1B0W8>> e <<http://www.tech-volt.com.br/ilumina%C3%A7%C3%A3o-com-led.html>>. Acesso em novembro de 2015.

Para sistemas de ar condicionado central:

- Se há automação predial, certificar-se de que esteja operando corretamente.
- Garantir desligamento noturno das torres de resfriamento, selfs, chillers, bombas e fancoils.
- Se há VFDs, confirmar que não estão operando sempre no máximo (60 Hz).
- Caso estejam, reconfigurar parâmetros dos VFDs.
- Verificar posicionamento de sensores de temperatura em função do layout de salas e mesas.
- De manhã, ligar o ar condicionado por setores, apenas após solicitação.

### BAIXO CUSTO

- Garantir correto isolamento térmico de dutos, com mantas ou placas de 25mm de espessura de isolamento à base de lã de vidro, isopor incombustível etc.
- Estabelecer práticas de manutenção periódica.
- Fazer a correta vedação de janelas em ambientes condicionados, para reduzir a infiltração de ar externo.
- Trocar periodicamente os filtros descartáveis caso a perda de carga máxima recomendada pelo fabricante for atingida. A perda de pressão nos filtros pode ser constatada através de manômetros, tipo coluna de água (mmCA).
- Verificar a existência de vazamentos nos dutos e fazer a correta manutenção.
- Fazer o ajuste ou tensionamento das correias de motores de ventiladores se estes estiverem patinando.
- Fazer o tratamento da água das torres de resfriamento periodicamente.
- Otimizar operação dos motores dos chillers com variador de frequência (VFD), para funcionarem em carga parcial e no ponto de melhor eficiência
- Instalar VFDs em bombas de água gelada e nas torres de resfriamento
- Implantar procedimento de *free-cooling* (desligamento automático do sistema central de ar condicionado e maior abertura dos “dampers” de entrada de ar externo quando a temperatura externa estiver abaixo da interna)



Figura 12. Condensador de um chiller a água, obstruído (esquerda) e livre (direita), demonstrando a importância de realizar o tratamento da água das torres de resfriamento<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> FONTE: disponível em: <http://climaeciaarcondicionado.com.br/dicas/como-funciona-um-ar-condicionado-split/http://eco4planet.com/blog/dica-2-limpe-o-filtro-do-ar-condicionado/>. Acesso em novembro de 2015.

<sup>4</sup> FONTE: disponível em <http://portuguese.water-treatmentequipment.com/>. Acesso em novembro 2015.



Figura 13. Fotos de falhas no isolamento de dutos de ar condicionado e na vedação na instalação de ACJ. Fonte: Mitsidi, 2015.

### MÉDIO - ALTO CUSTO

- Retrocomissionamento do sistema de ar condicionado.
- Redimensionamento, rebalanceamento da rede de ar condicionado.
- Garantir vazão da Tomada de Ar Externo (TAE) conforme projeto e em atendimento à RE-09 da ANVISA.
- Para edificações com perfis de ocupação variáveis e ambientes fechados que necessitem de controle individual de temperatura, pode-se sugerir a alteração para sistema VAV (Volume de Ar Variável) na distribuição de ar refrigerado nos andares.
- Fazer a automação dos ventiladores e exaustores do sistema de ar condicionado por meio de sensores de CO (estacionamentos) e CO<sub>2</sub> (ambientes com pessoas).
- Implantar sistema de automação predial, especialmente para ar condicionado central, para permitir o desligamento do sistema e interrupção da circulação de água gelada nos circuitos em horários em que não há utilização.
- Avaliar a troca de splits ou ACJ por sistema VRF / VRV (exemplo sede SEPLAG)
- Utilizar um ciclo economizador de temperatura ou entálpico, para o aproveitamento das condições favoráveis de temperatura externa sem acionar os equipamentos de resfriamento.
- Usar o processo de cogeração: aproveitamento de expurgo de energia (calor) espontânea dos geradores para geração de resfriamento com chillers de absorção.
- Troca ou substituição de splits, motores, ventiladores, exaustores, chillers e bombas obsoletos por outros mais eficientes, com COP mais elevado ou com tecnologia inverter, por exemplo.
- Instalar bancos ou tanques de gelo para deslocar o consumo elétrico do ar condicionado para fora do horário de ponta, reduzindo os custos de energia.



Figura 14. Exemplo de caixa VAV e compressor inverter<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> FONTE: disponível em: <http://www.myboxfree.com/product/trox-regulador-de-vazao--caixa-vav--tipo-tvtvd>. <http://www.carriertoshiba.com/en/product.php?s=tech>. Acesso em novembro de 2015.



Figura 15. Exemplo de split e ventilador da torre de resfriamento. FONTE: Mitsidi, 2015.



Figura 16. Exemplo de banco de gelo. FONTE: Mitsidi, 2015.

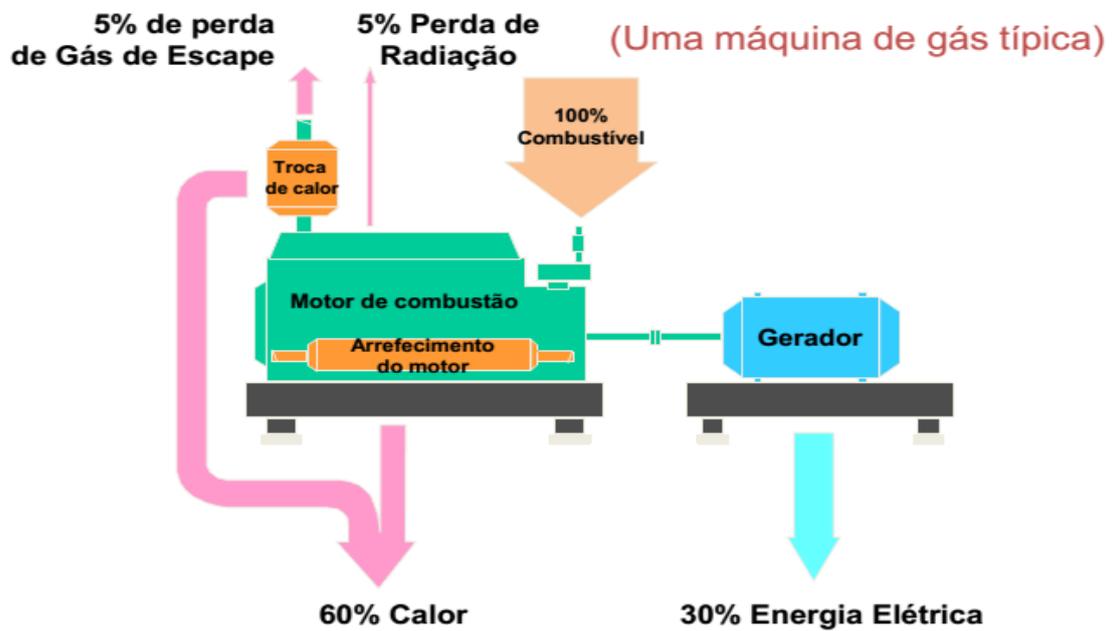


Figura 17. Explicação do sistema de Cogeração.

**Neste exemplo**

Rendimento Geração Simples: 30%

Rendimento Geral Cogeração: **90%**

## IV. BOMBAS DE ÁGUA

### ZERO CUSTO

- Fazer campanhas de conscientização para redução do consumo de água e, conseqüentemente, diminuir o consumo de energia elétrica das bombas.
- Identificar a existência de vazamentos na rede, para evitar desperdícios.
- Estabelecer rotina formal de desligamento manual das bombas da piscina, de água e do poço em alguns horários, de acordo com a necessidade real.
- Assim que possível, instalar acionamento e desligamento automático das bombas.
- Evitar o funcionamento das bombas no horário de ponta.



Figura 18. Fotos de bombas de água encontrados nas visitas técnicas. FONTE: Mitsidi, 2015.

### MÉDIO – ALTO CUSTO

- Automatização das bombas de água e da piscina.
- Adoção de sistema de esgoto a vácuo.
- Em caso de troca ou substituição, dar preferência a motores de alto rendimento.
- Redimensionamento e redução da potência das bombas em casos de superdimensionamento.

## V. CARGAS DE TOMADA

Cargas de tomada podem ser basicamente de três tipos de uso:

- Individuais: Computadores, laptops, monitores, telefones, ventiladores, etc.
- Coletivas: Impressoras, scanners, ventiladores de teto, etc.
- Outros: copas (geladeira, freezer, micro-ondas, máquinas de café, bebedouro).



### Computadores

#### ZERO CUSTO

- Desligar o computador ao final do dia ou quando não estiver em uso (não deixar em *stand-by*).
- Programar o computador para entrar em modo de espera após cinco minutos sem uso.
- Dar preferência para descanso de telas em tons escuros, pois estes consomem menos energia.
- Desligar o monitor, a impressora, o estabilizador, a caixa de som, o microfone e outros acessórios, sempre que não estiverem em uso.



Figura 19. Sala de computadores de um CIEP e sala de escritório administrativo. FONTE: Mitsidi, 2015.

### MÉDIO – ALTO CUSTO

- Adquirir equipamentos eficientes, com certificação *Energy Star*, por exemplo.
- Substituição de desktops por *Thin Clients* e servidor. Eles são mini PCs, mais finos, mais eficientes, mais baratos, menos barulhentos e com menor consumo de energia que os desktops. Não possuem HD, processador e memória convencionais, pois essas funções são realizadas por um servidor central que serve de base para uma rede de *thin clients*.



Figura 20. Selo Energy Star e exemplo de desktop Thin Clients.

## VI. CARGAS ESPECIAIS



### Elevadores

Alguns dos fatores principais que afetam o consumo energético de um elevador são:

- Distância percorrida (altura do prédio)
- Tempo de deslocamento (quanto mais rápido, maior o motor)
- Potência do motor
- Quantidade de acionamentos por dia

## ZERO CUSTO

- Utilizar, sempre que possível, as escadas para os primeiros pavimentos e para subir ou descer poucos andares, evitando o uso dos elevadores.
- Acionar apenas um elevador por vez.
- Fazer o revezamento de elevadores, quando não prejudicar a eficiência do serviço.
- Procurar deixar os serviços que tenham mais movimentação do público no andar térreo.



Figura 21. Eelevadores. Fonte: Mitsidi, 2015.

## MÉDIO – ALTO CUSTO

- Fazer a modernização do sistema de controle dos elevadores e instalação de chamada antecipada.
- Instalar controle inteligente por microprocessamento.
- Dar preferência por elevadores com frenagem regenerativa.
- Fazer a troca por motores de alto rendimento.

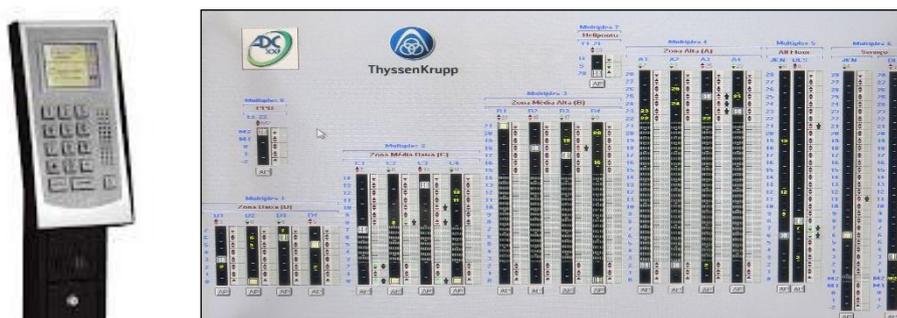


Figura 22. Exemplo de totem<sup>6</sup> de chamada antecipada de elevadores e sistema de controle automatizado (Fonte: Mitsidi, 2015).

<sup>6</sup> FONTE: disponível em: <http://revistaedificar.com.br/noticias/empreendimento-da-planc-em-joao-pessoa-tera-elevadores-da-thyssenkrupp/>. Acesso em novembro de 2015.

## Aquecimento de água

### ZERO CUSTO

- Escolher equipamentos que tenham controle de temperatura.
- Ajustar o termostato do equipamento de acordo com a temperatura ambiente.
- Instalar aquecedor próximo aos pontos de consumo e isolar adequadamente as canalizações de água quente.
- Evitar aquecer a água nos dias de calor mais intenso.

### MÉDIO – ALTO CUSTO

- No caso de haver um grande consumo de água quente, verificar a viabilidade de implantação de estratégias de aquecimento solar ou recuperação de calor.

## CPDs e salas de TI

Sistemas que funcionam 24hrs por dia devem ter um sistema de condicionamento separado, para não obrigar grandes sistemas a operarem em faixa de baixo rendimento.

### ZERO CUSTO

- Desligar as unidades de processamento em stand by, se possível.
- Instalar os CPDs em locais que não recebam insolação direta, e que tenham isolamento térmico das paredes e janelas, se possível.

### MÉDIO – ALTO CUSTO

- Avaliar a possibilidade de redução da potência de refrigeração instalada nas salas de TI e CPDs.
- Trocar *no-breaks* e unidades UPS por modelos eficientes com modo “Ecomode”, permitindo modo by-pass quando não são utilizados.

## Cozinhas



### ZERO CUSTO

- Procurar não deixar a porta da geladeira aberta além do necessário, retirando os alimentos de uma só vez quando precisar.
- Evitar guardar alimentos e líquidos quentes ou sem tampa.
- Verificar sempre se a borracha de vedação está em bom estado.
- Evitar deixar a geladeira perto de locais quentes, como o fogão, ou muito exposta ao sol.
- Regular a temperatura dos equipamentos conforme a estação do ano e a capacidade utilizada.
- Evite forrar as prateleiras da geladeira com plásticos ou outros materiais para não prejudicar a circulação interna do ar.
- Fazer o degelo periodicamente.
- Quando possível, em meses com menos ocupação, esvaziar a geladeira e/ou freezer e desligá-los da tomada, deixando a porta aberta para evitar mofo. Exemplo escolar: desligar as geladeiras e freezers nas férias.



Figura 23. Exemplo de geladeiras e freezers em CIEPs (Mitsidi, 2015) e necessidade de fazer o degelo.

Em alguns casos, como FAETECs, as cargas especiais podem abranger laboratórios, espaços audiovisuais, entre outros que podem apresentar consumo energético elevado. Recomenda-se, nesses casos, realizar uma avaliação detalhada dos consumos desses processos, a fim de identificar eventuais oportunidades de melhoria.

## C. AUTOMAÇÃO



### Sistema de Automação Central (BMS – *Building Management System*)

Esse sistema é responsável pelo controle e monitoramento de toda a estrutura mecânica, elétrica e de segurança de um empreendimento. Nesse tipo de sistema, o controle é feito por meio de computadores e softwares especificamente criados para cada tipo de função. Através desse monitoramento, é possível controlar o funcionamento e operação de cada sistema como ar condicionado, ventilação, exaustão, iluminação, sensores, variadores de frequência (VFD), segurança, incêndio, entre outros, podendo obter, conseqüentemente, uma redução no consumo energético.

### VFD - Variadores de Frequência, também conhecidos como inversores de frequência

Esses dispositivos permitem transformar a corrente alternada em corrente contínua, controlando a rotação e velocidade dos motores. Dessa forma, é possível ajustar o funcionamento do motor para utilizar somente a potência necessária a cada momento, e assim gerar economia em níveis consideráveis. Sua aplicação é ampla e relacionada a diversos equipamentos, tais como:

- Elevadores
- Escadas rolantes
- Ventiladores das Torres de Resfriamento (sistema a água)
- Ventiladores e exaustores
- Compressores (ex: Chiller, VRF)
- BAGs (Bombas de Água Gelada)
- Fancoil (quando for sistema VAV)

### Soft Starter – Acionamento “em rampa” para evitar picos

São dispositivos utilizados para partida de motores de indução em corrente alternada que limitam a corrente de partida, evitando picos de corrente e protegendo o sistema, além de contribuir para aumentar a vida útil dos motores ou equipamentos associados e economizar energia. É geralmente utilizado em sistemas de refrigeração e bombeamento, exemplificados a seguir:

- Bombas de Água de Condensação
- Bombas de Água Gelada (Primária)
- Bombas de água potável

### **Programação Horária**

Outro instrumento que facilita muito a operação de sistemas e equipamentos no dia-a-dia é a programação horária, com o uso de interruptores horários, programadores, temporizadores, minuterias ou *timers*. Estes permitem gerir diariamente ou semanalmente o funcionamento de receptores, tais como iluminação, aparelhos de ar condicionado, equipamentos de cozinha etc.

### **Sensores Fotoelétricos**

Para iluminação de áreas externas, é recomendável o uso de lâmpadas LED juntamente com sensores fotoelétricos, que possuem um sensor de luminosidade para detectar a luz natural, ajustando automaticamente a intensidade ou acionamento da lâmpada.

### **Sensores de Luminosidade**

Para iluminação de áreas internas, é recomendável utilizar sensores de luminosidade para controlar o acionamento das lâmpadas mais próximas às janelas. Os sensores permitem o ajuste automático das lâmpadas em função da luz natural disponível, e podem ser usados com *dimmers* ou com lâmpadas que tenham vários níveis de potência.

### **Sensores de Presença**

Nos locais onde não é preciso manter as lâmpadas acesas o tempo todo (locais de passagem ou curta permanência), tais como corredores, banheiros, depósitos, copas, entre outros, é recomendável a utilização de lâmpadas LED junto com sensores de presença. Quando há a necessidade de acender e apagar várias vezes ao dia, não é recomendável a utilização de lâmpadas fluorescentes junto com os sensores, pois isso acarretará na diminuição do ciclo de vida da lâmpada (relacionado ao nº de acionamentos), o que poderá se tornar um alto custo de manutenção.

## **3. SETOR DE OBRAS**

É importante que haja entendimento entre as secretarias e a EMOP para facilitar o processo de implantação de melhorias de eficiência energética nos edifícios públicos do Rio de Janeiro. Algumas reformas devem ser consideradas por trazerem grande potencial de economia:

- Instalação de interruptores nas salas de aula, escritórios e corredores.
- Divisão de circuitos de iluminação nas salas, com acionamento independente de lâmpadas mais próximas às janelas.
- Modernização dos painéis de disjuntores com a correta identificação de cada setor.
- Modernização da fiação elétrica. Verificar os locais onde há fiação exposta, cabos inadequados, etc.
- Instalação de medidores individualizados com submedição por pavimento ou por sistemas estratégicos como CAG, iluminação, etc.



- Escolas: Verificação juntamente com o escritório de arquitetura de medidas de adaptação das venezianas nas escolas, a fim de possibilitar seu controle ou vedação para evitar perdas da eficiência do ar condicionado decorrentes do uso de venezianas abertas das salas de aula e/ou falhas na execução da vedação de adaptação dos splits de janela.
- Manutenção e redimensionamento da rede de ar condicionado.
- Pintura branca na cobertura para diminuir a carga térmica por radiação direta, no caso de edifícios baixos com ampla área de telhado e sem isolamento térmico superior. Esta medida requer manutenção periódica.
- Isolamento térmico em coberturas.
- Pintura de paredes e tetos com cores claras que refletem melhor a luz e diminuem a necessidade de iluminação artificial durante o dia.
- Automatização das bombas.
- Fixação de películas de controle solar nas janelas.
- Instalação de sensores de presença para iluminação em ambientes como corredores e banheiros, e troca por LED nesses ambientes.
- Automatização dos sistemas de iluminação e ar condicionado, com o uso de timers, sensores fotoelétricos ou outros dispositivos de controle.



Figura 24. Necessidade de instalação de interruptores e reformas de painéis de disjuntores. Fonte: Mitsidi, 2015.



Figura 25. Fotos das coberturas escurecidas. Fonte: Mitsidi, 2015.



## 4. SETOR DE COMPRAS

Para que haja uma correta gestão predial e continuidade das medidas aplicadas durante a fase de obras e de manutenção e operação, é necessário que exista uma política de compras padronizada e efetiva que atenda às necessidades de cada usuário e que contenha conceitos básicos de sustentabilidade e eficiência energética.

Dentro desse critério, para troca ou manutenção dos equipamentos, sugere-se seguir o **Decreto Estadual nº 43.629** de 2012, que estabelece um modelo de compras sustentáveis ou verdes, em que se considera a qualidade do produto, assim como seu impacto ambiental e seu gasto energético, além do custo financeiro.

Para aplicação desses procedimentos, primeiramente, devem ser selecionados os materiais e equipamentos importantes para a eficiência energética, para os quais requisitos mínimos de sustentabilidade e eficiência energética devem ser atendidos. A seguir, alguns exemplos desses materiais, produtos e equipamentos:

- Lâmpadas, luminárias e reatores
- Sistemas de ar condicionado (aparelhos de janela, *splits*, etc.)
- Equipamentos de escritório (computadores)
- Sensores de presença e de luminosidade / fotocélula
- Variadores de frequência
- Motores elétricos e bombas
- Elevadores
- Medidores de energia com registrador de dados
- Eletrodomésticos (geladeiras, micro-ondas)
- Ventiladores de mesa e de teto
- Elevadores

Para o desenvolvimento dos requisitos mínimos de sustentabilidade e eficiência energética, diferentes métodos podem ser utilizados alinhados com o Decreto. Seguem, a título de exemplo, algumas referências:

### Desempenho energético dos equipamentos

- Etiqueta PBE Nível A ou Selo PROCEL
- <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>



Figura 26. Etiqueta PBE nível A e selo PROCEL.

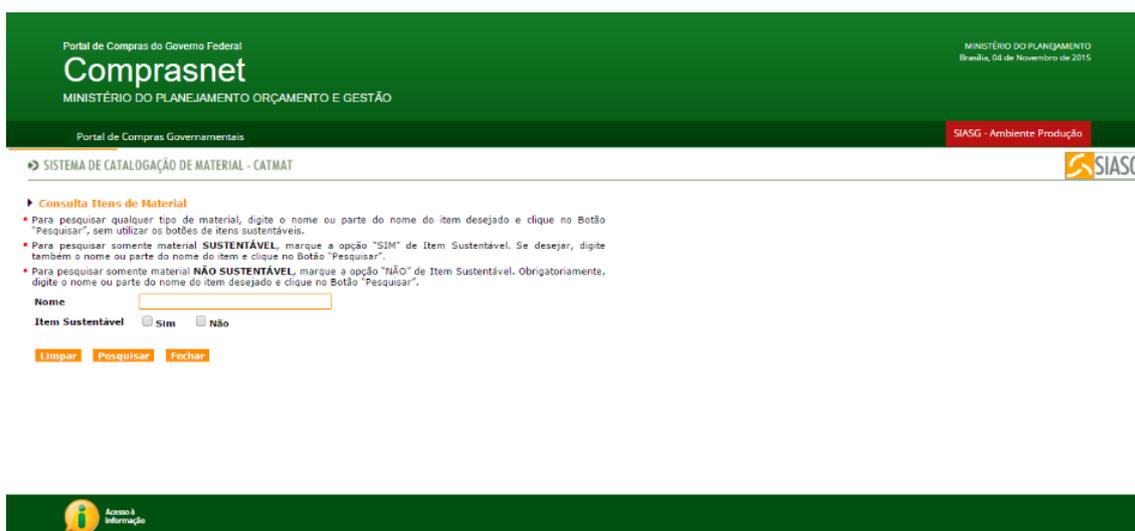
- Selo ENERGY STAR
- <http://www.energystar.gov/productfinder/product/>
- <http://www.energystar.gov/productfinder/product/certified-computers/results>

Existem atualmente no governo do RJ duas fontes de informações para aquisição de novos produtos, que devem ser sempre consultados:

- Registros de preços da SEPLAG
- Cadastro de referência da EMOP

Futuramente, uma plataforma de compras sustentáveis pode ser utilizada, tal como o Portal online de Compras do Governo Federal - Comprasnet, do Ministério de Planejamento Sistema de Catalogação de Material - CATMAT, no qual se pode efetuar pesquisas específicas por itens sustentáveis:

- <http://comprasnet.gov.br/aceso.asp?url=/Livre/Catmat/Conitemmat1.asp>

Figura 27. Sítio da página inicial do Comprasnet<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> FONTE: disponível em: <http://comprasnet.gov.br/aceso.asp?url=/Livre/Catmat/Conitemmat1.asp>. Acesso em novembro de 2015.

## 5. ENERGIAS RENOVÁVEIS

Dentre as diversas alternativas tecnológicas que existem no mercado atualmente, recomendamos duas que podem ser de grande ajuda se aplicados aos edifícios públicos do Rio de Janeiro: o aquecimento solar e o uso de painéis fotovoltaicos.

Cabe ressaltar, no entanto, que para uma correta operação, essas estratégias devem estar sempre aliadas a uma manutenção periódica e a treinamentos internos da equipe de facilities, antes do início da operação, periodicamente e quando houver novos funcionários.

### A. AQUECIMENTO SOLAR



Priorizar, para edifícios com necessidade significativa de aquecimento de água, a utilização de energia solar térmica, sempre que técnica e economicamente viável e vantajoso.

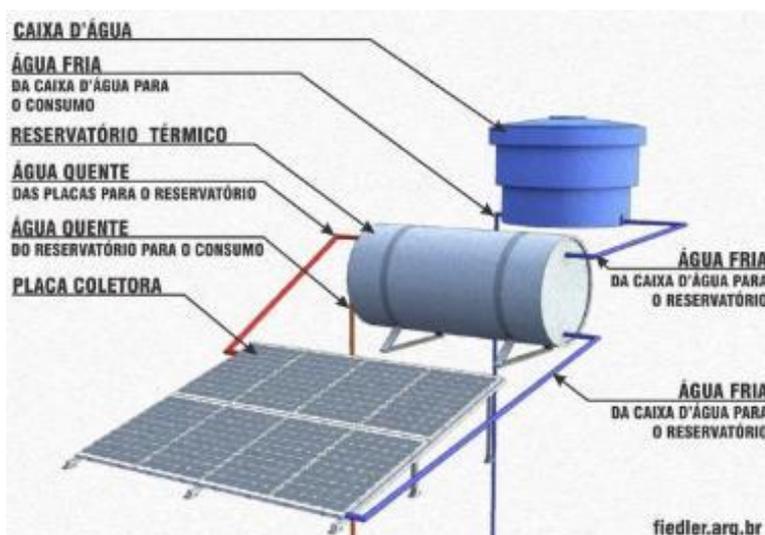


Figura 28. Ilustração dos componentes do sistema de aquecimento solar<sup>8</sup>.



Figura 29. Exemplo de aplicação do aquecimento solar.

<sup>8</sup> FONTE: disponível em: <http://energiatecsolar.com.br/aquecedor-solar/>.  
<http://www.vidasolar.com.br/aplicacoes-do-aquecedor-solar-de-agua/>. Acesso em novembro de 2015.

## B. ENERGIA FOTOVOLTAICA



Utilizar sistemas ou fontes renováveis de energia, como energia eólica e painéis fotovoltaicos, que proporcionem economia na compra anual de energia elétrica para a edificação. No caso dos CIEPs, especificamente, existe um potencial interessante de geração de energia fotovoltaica devido ao espaço para instalação dos painéis na cobertura do edifício principal e das quadras.

Deve-se estudar a viabilidade técnica e financeira dos sistemas fotovoltaicos caso a caso. Em geral, edifícios com potencial para instalação de sistemas solares fotovoltaicos são os que apresentam as seguintes características:

- Tarifas de energia mais elevadas
- Grande área disponível para instalação das placas solares
  - > Grande área de telhado ou laje
  - > Grande área de estacionamento aberto
  - > Grande extensão de terreno não utilizada
- Níveis mais elevados de insolação (radiação solar incidente)
- Pouco sombreamento por edifícios, arborização, montanhas ou outros objetos ao longo do dia e do ano

A legislação atual permite conectar sistemas fotovoltaicos à rede elétrica, dispensando o uso de baterias, barateando o custo da instalação e gerando créditos que são abatidos da conta. Essa possibilidade é garantida pelas **Resoluções ANEEL 482/2012 e 687/2015**.



Figura 30. Aplicação de painéis solares fotovoltaicos nos telhados<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> FONTE: disponível em: <http://www.aecweb.com.br/ent/cont/n/congresso-discute-solucoes-para-envoltoria-das-edificacoes> 86 8374. Acesso em novembro de 2015.



Figura 31. Foto do primeiro estacionamento solar na UFRJ<sup>10</sup>.



Figura 32. Exemplo de funcionamento de um sistema solar fotovoltaico conectado à rede.

<sup>10</sup> FONTE: disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/08/ufjr-inaugura-o-maior-estacionamento-solar-do-brasil.html>. Acesso em novembro de 2015.

## Considerações finais

Esse Guia procurou abranger os principais problemas e soluções para os casos encontrados nas visitas técnicas aos edifícios públicos do Rio de Janeiro, somado à experiência prévia das empresas que trabalharam na criação do Guia e às diversas conversas com diferentes setores dentro do governo do estado do Rio.

Enfatiza-se, todavia, que as medidas de médio-alto custo devem ser analisadas com mais detalhe através de auditorias energéticas completas, possibilitando cálculos de custo, economia e payback, antes de serem aplicadas em larga escala.

Devido à existência de uma grande variedade de edificações, cada uma com características e administrações distintas, é imprescindível fazer um diagnóstico energético inicial para verificar quais medidas se aplicam a cada caso e qual a sua prioridade.

Além disso, recomenda-se que as medidas de zero custo, tais como as de Gestão Predial e principalmente os trabalhos de conscientização, sejam aplicados primeiramente, seguidos das medidas de baixo custo, em especial as que promovam automação da operação dos sistemas, tais como sensores e timers, e controle manual dos usuários, tais como instalação de interruptores e divisão de circuitos de iluminação.

Por fim, é necessário haver um esforço contínuo na área de eficiência energética, tanto na administração de cada secretaria, como na gestão de cada edificação, para que essas medidas sejam incorporadas e conduzidas de forma eficaz a médio e longo prazo.

## Links úteis

### Medidores e energia elétrica:

<http://www.light.com.br/para-residencias/Simuladores/leitura.aspx>. Acesso em 9 de outubro de 2015.

<http://www.comprasgovernamentais.gov.br/gestor-de-compras/sustentabilidade/cartilha-de-energia-v03.pdf/view>. Acesso em 5 de novembro de 2015.

[http://www.comprasgovernamentais.gov.br/gestor-de-compras/sustentabilidade/simulador-tarifas-anual\\_v281015.xls/view](http://www.comprasgovernamentais.gov.br/gestor-de-compras/sustentabilidade/simulador-tarifas-anual_v281015.xls/view). Acesso em 5 de novembro de 2015.

### Telhados verdes:

<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/sustentavel-na-pratica/telhados-verdes-funcionam-mesmo/>. Acesso em 21 de outubro de 2015.

### Compras governamentais:

<http://www.comprasgovernamentais.gov.br/gestor-de-compras/legislacao/decretos>

<http://www.comprasgovernamentais.gov.br/paginas/portarias/portaria-no-23-de-12-de-fevereiro-de-2015>

<http://www.comprasgovernamentais.gov.br/gestor-de-compras/sustentabilidade>

## Bibliografia

ABNT: NBR 14.518 – Sistemas de ventilação para cozinhas profissionais, publicada em 31/05/2000.

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) ASHRAE 55-2010 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-1. Desempenho Térmico de Edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-2. Desempenho Térmico de Edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações. Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-3. Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8955-1. Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior, 2013.

CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). Guia para efficientização energética nas edificações públicas. Rio de Janeiro: CEPEL, 2014. Disponível em: [http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/manchete/\\_/asset\\_publisher/neRB8QmDsbU0/content/mme-lanca-guia-para-eficiencia-energetica-nas-edificacoes-publicas](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/manchete/_/asset_publisher/neRB8QmDsbU0/content/mme-lanca-guia-para-eficiencia-energetica-nas-edificacoes-publicas)

ELETROBRÁS; PROCEL, PROCEL EDIFICA. Manual de Iluminação. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. Manual de tarifação da energia elétrica. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. Sistemas de ar condicionado. Rio de Janeiro, 2001.

ELETROBRÁS; PROCEL. Gestão energética. Rio de Janeiro, 2005.

IBAM; ELETROBRÁS; PROCEL. Manual de prédios eficientes em energia elétrica. Rio de Janeiro: IBAM/ELETROBRÁS/PROCEL, 2002.

Legislação do município do Rio de Janeiro: Portaria O/DGED no 59 de 28/06/1982, Disposições para instalações de sistemas de ar condicionado e ventilação mecânica; Instrução no 101 da Superintendência de Instalações Mecânicas, Disposições para a instalação de sistemas de exaustão mecânica para coifas e cozinhas coletivas; Decreto no 14.037 de 17/07/1995, Regulamentação de instalação e conservação de sistemas de ar condicionado e ventilação mecânica

MINISTÉRIO DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. Estabelece boas práticas de gestão e uso de Energia Elétrica e de Água nos órgãos e entidades da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dispõe sobre o monitoramento de consumo desses bens e serviços. Portaria Nº 23 de fevereiro de 2015.

Ministério do Trabalho: Portaria no 3.214 de 08/06/1978, NR 15 - Atividades e operações insalubres e NR 17 - Ergonomia

NBR 16401-1. Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários. Parte 1: Projetos das instalações. 2008. Parte 3: Qualidade do ar interior.

NBR 16401-3. Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários. Parte 3: Qualidade do ar interior, 2008

