

Nota Técnica nº 8/2024/Diqre/Dconf-Inmetro

INMETRO/SEI/NÚMERO DO PROTOCOLO
0052600.000913/2023-65**Assunto: Nota Técnica da AIR para a revisão do regulamento de lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base (Portaria Inmetro nº 69/2022).**

Esta Nota Técnica nº 08/2024/Diqre-Dconf-Inmetro (Processo SEI nº 0052600.000913/2023-65) apresenta as duas etapas da Análise de Impacto Regulatório - AIR para a revisão do regulamento de lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base (Portaria Inmetro nº 69/2022).

A primeira parte compreende a contextualização do regulamento e de sua base legal, a identificação das partes afetadas e a identificação e caracterização dos problemas encontrados. A segunda parte reúne os objetivos a serem atingidos pela regulação de iluminação LED, as principais experiências internacionais de outros reguladores, a identificação e comparação das possíveis alternativas regulatórias ou não regulatórias, considerando seus impactos e os objetivos do regulamento, a escolha e recomendação da melhor alternativa e as recomendações de estratégias de monitoramento, implantação, fiscalização, comunicação e revisão.

SUMÁRIO EXECUTIVO

O regulamento não passa por alterações de mérito desde as Portarias Inmetro nº 389/2014 e nº 144/2015, recentemente consolidadas pela Portaria Inmetro nº 69/2022. O mercado regulado de lâmpadas LED envolve atualmente aproximadamente 1204 registros ativos por 213 empresas, contendo 1173 certificados e 10803 modelos de 231 marcas. No mercado de certificação foram encontradas aproximadamente 234 empresas envolvidas no processo de certificação (com 119 fabricantes de origem chinesa em um total de 121), 671 certificados ativos emitidos por 15 organismos de certificação de produtos para 6938 modelos de produtos certificados. O volume quantitativo de importações de lâmpadas LED reguladas foi de 236 milhões de unidades em 2022 e representa 83,83% do total de produtos LED para iluminação. Quase 100% das importações têm origem na China.

Houve uma diminuição da participação da iluminação no consumo residencial de eletricidade de 14% em 2005 para 7,67% em 2019, segundo dados da Eletrobrás/Procel. Considerando que o Brasil possuía em 2019 aproximadamente 74,15 milhões de domicílios pode-se estimar que haja 155,72 milhões de lâmpadas LED em domicílios no Brasil consumindo 293,05 GWh. Há um enorme potencial para crescimento da participação das lâmpadas LED no mercado brasileiro. Em 2019, as lâmpadas residenciais LED eram 32,26% e as fluorescentes compactas (LFCs), 57,45%. Com as proibições de fabricação e importação de LFCs, a partir de 2025, para redução dos riscos de contaminação por mercúrio, deve diminuir significativamente a participação de LFCs no mercado. Estima-se que entre os produtos de iluminação instalados em 2022, havia 22% de LFCs.

Estima-se que em 2022 estivessem instaladas 1237 milhões de unidades de produtos de iluminação para residências, sendo 68% (843 milhões de unidades) de produtos LED. Foi encontrado um mercado de iluminação com 390 milhões de unidades vendidas em 2022, em que os produtos LED regulados, lâmpadas tubulares e em formato de bulbo, participam com 68% (265,5 milhões de unidades). Novos produtos LED, como luminárias, foram desenvolvidos e estão concorrendo no mercado brasileiro com as lâmpadas LED, sem a obrigatoriedade de certificação. Estima-se que haja 24,3 milhões (7%) de unidades LED com falhas de segurança e 190 milhões (55%) de unidades com falhas de desempenho, especialmente na vida útil declarada. Novos requisitos estão

sendo requeridos por reguladores dos outros países, como proteção ao efeito flicker (cintilação), que atingem usuários sensíveis a essa falha. Além disso, os produtos LED regulados não possuem exigência de exibir uma etiqueta classificatória que permita aos consumidores tomar uma melhor decisão de compra baseada na eficiência energética. Se fossem classificados no regulamento atualmente vigente na União Europeia, 94,8% dos produtos LED regulados no Brasil estariam classificados nas faixas mais baixas, F e G. O controle pré-mercado por certificação, em que predomina o modelo 5 de certificação (com ensaios iniciais e plano de ensaios de manutenção, com ensaios de vida útil bianuais, e coleta de amostras na fábrica) e o registro de produtos LED classificado como nível de risco 3, mostra-se insuficiente para resolver o problema. O controle de mercado apenas com fiscalização formal (verificação de informações na etiqueta, na embalagem e no produto) e uma fiscalização técnica a cada 5 anos, também tem se mostrado insuficiente para coibir o comportamento dos fornecedores de produtos irregulares.

Por consequência, mantidas essas condições, teríamos uma demanda nacional anual de energia elétrica com produtos regulados LED estimada de 9,2 TWh, o equivalente a 1.380.000 Ton CO₂. O 4º maior consumidor de energia residencial são os produtos de iluminação. Eles consomem metade do que consumiam em 2005, mas estima-se que atualmente consumam 12,25 kWh por mês em média ou R\$ 11,22 de cada residência. R\$ 3,95 seriam gastos com LEDs e R\$7,27 com as demais tecnologias. O custo atual para substituição do parque de iluminação instalado por LEDs por residência seria estimado em 36,45 reais, o menor comparado a outras tecnologias considerando um período de 10 anos.

Por meio de informações e dados obtidos em reuniões com representantes das partes afetadas e interessadas, bases de dados e documentos, foram identificados 2 principais problemas mais relevantes e suas causas, quais sejam.

- **Fornecimento de lâmpadas LED reguladas de baixo desempenho, especialmente em eficiência energética e em vida útil.**
 - **falhas de desempenho:** Lâmpadas LED reguladas ofertadas no mercado com falhas de desempenho especialmente vida útil reduzida e níveis de eficiência energética ultrapassados;
 - **falhas na etiqueta:** uma etiqueta ENCE não classificatória, em desalinhamento com os programas do PBE, que não permite a fácil comparação de eficiência energética com todos os produtos do mercado no ato da compra e induz à compra de produtos menos eficientes energeticamente;
 - **falhas de controle pré-mercado** com plano de ensaios por família (1 modelo em 5) e de manutenção parcial anual com coleta na fábrica, e adoção de ensaios longos ou que não detectam novos tipos de falhas ou riscos nos produtos, como os que reduzem a vida útil.
 - **falhas de controle de mercado** com fiscalizações técnicas não sistemáticas, sanções que não coíbem as irregularidades e adoção de ensaios longos ou que não detectam novos tipos de falhas ou riscos nos produtos, como os que reduzem a vida útil;
- **Fornecimento de novos produtos de iluminação LED não abrangidos pela regulamentação atual.**
 - **escopo insuficiente e desatualizado** para os objetivos do regulamento pois não abrange novas fontes luminosas de LED consumidoras de energia e não prevê características novas das lâmpadas LED. Por consequência, muitos novos produtos consumidores de energia com riscos à segurança não avaliados não estão regulamentados.

A partir daí estabeleceram-se os seguintes objetivos do regulamento:

- **Melhorar o desempenho e a segurança de produtos de iluminação LED;**
- **Melhorar a informação para o consumidor sobre a Eficiência Energética (EE) dos produtos de iluminação LED; e**
- **Promover a concorrência justa entre os fornecedores de produtos de iluminação LED.**

Foram mapeadas as experiências regulatórias especialmente nos Estados Unidos (Energy Star, programa voluntário usado como base do atual regulamento do Inmetro), União Europeia (regulamento mais amplo e mais avançado atualmente em vigor), Índia, Nigéria, China e países do Mercosul. Foram estabelecidos diálogos por meio de e-mail, reuniões virtuais e presenciais e eventos, por meio dos quais foram ouvidas as partes interessadas e afetadas e esclarecidas dúvidas a cada etapa do estudo.

Considerando as informações obtidas e a contribuição das partes, foram identificadas 4 alternativas para a revisão do regulamento, incluindo a não ação. Utilizando a metodologia de Análise Multicritério e tomando por base os objetivos do regulamento e impactos para as partes, foram considerados os 5 critérios abaixo para a tomada de decisão:

- **Escopo do regulamento:** Alcance de novos produtos/novas tecnologias/ concorrentes (máx.)
- **Acesso à Informação:** Disponibilizar informação relevante ao consumidor (máx.)
- **Custo do regulador:** Custos para o regulador de controlar os produtos de baixa qualidade (min)
- **Poder de controlar:** Capacidade de controlar produtos de baixa qualidade no mercado. (máx.)
- **Custo do fornecedor:** Custos para o fornecedor de controlar os produtos de baixa qualidade (min)

Aplicado o método, foi escolhida a alternativa 3:

- Ampliação do escopo do regulamento para incluir lâmpadas LED não abrangidas pelo atual regulamento (lâmpadas “âmbar”, acima de 60W, inteligentes e com controle de temperatura de cor) e luminárias LED de uso interno (indoor) e de uso externo (outdoor);**
- Adoção de uma etiqueta (ENCE), com classificação por faixas de eficiência energética atualmente adotadas pela U.E., ou seja, de A (superior ou igual a 210 lumens por watt) a G (inferior a 85 lm/w), com informações do consumo de energia do produto em KWh quando usado por 1000 horas e com QR code que aponte para a página do registro do produto no Inmetro.**
- Adição dos requisitos e ensaios de cintilação e efeito estroboscópico aos atuais requisitos e ensaios aplicados;**
- Redução da vida útil mínima do produto para 15.000 (quinze mil) horas;**
- Alteração da certificação de modelo 5 para que a coleta de produtos para ensaios de manutenção seja realizada exclusivamente no comércio brasileiro;**
- Estabelecimento de uma fiscalização técnica do tipo “patrulha” (sob diligência), com uso de laboratórios acreditados e custos compartilhados com partes interessadas.**

Essa alternativa, comparada à não ação, promoverá impactos altos para as partes em relação ao escopo, à eficiência energética e ao controle de mercado, e moderado em relação aos novos requisitos e controle pré-mercado. Os benefícios seriam enormes, como por exemplo, uma redução de consumo de energia elétrica de 4,0 TWh por ano (aproximadamente 600.000 Ton CO₂) quando a nova classificação de eficiência energética estivesse implementada e os produtos regulados redistribuídos.

Além da alternativa são recomendadas **estratégias de monitoramento, implantação, fiscalização, comunicação e revisão**, entre as quais:

- Revisão após 5 anos de implantação do regulamento revisado;
- Estabelecimento de um grupo de trabalho para redação da Minuta de Regulamento;
- Monitoramento de Indicadores em parceria com outros reguladores e parceiros;
- Alinhamento com outras políticas públicas em energia e meio ambiente;
- Estabelecimento de um procedimento de fiscalização técnica, com descrição de responsabilidades, critérios de coleta e amostragem, prioridades de ensaios, classificação de irregularidades e gravidades, entre outros;
- Elaboração de uma campanha de comunicação em parceria com partes interessadas para divulgação da nova etiqueta e esclarecimento de dúvidas de consumo;

Anexos:

- Nota Técnica da AIR de lâmpadas LED (1795539)
- Anexos da NT AIR de lâmpadas LED - parte 1 (1552155)
- Anexos da NT AIR de lâmpadas LED - parte 2 (1789689)

Rio de Janeiro, 03 de maio de 2024.



DOCUMENTO ASSINADO ELETRONICAMENTE COM FUNDAMENTO NO ART. 6º, § 1º, DO [DECRETO Nº 8.539, DE 8 DE OUTUBRO DE 2015](#) EM 03/05/2024, ÀS 12:30, CONFORME HORÁRIO OFICIAL DE BRASÍLIA, POR

MARCELO ALMEIDA GADELHA

Analista Executivo em Metrologia e Qualidade

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

https://sei.inmetro.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1795529** e o código CRC **7BB121C1**.



Referência: Este Modelo integra os documentos da qualidade do Gabin/Presi e está referenciado à NIG-Gabin-030 - Rev. 012, publicada no Sidoq em Jun/2019.

sgqi@inmetro.gov.br

Nota Técnica de Análise de Impacto Regulatório da revisão do regulamento de lâmpadas LED (Portaria Inmetro nº 69/2022)



Instituto Nacional de Metrologia,
Qualidade e Tecnologia - Inmetro

03/05/2024

Em 03 de maio de 2024.

Processo SEI nº 0052600.000913/2023-65

Assunto: Nota Técnica de Análise de Impacto Regulatório da revisão do regulamento de lâmpadas LED (Portaria Inmetro nº 69/2022).

Elaborada por:

Marcelo Almeida Gadelha (Divisão de Qualidade Regulatória – Diqre) e **Felipe Tiago Monteiro** (Divisão de Estudos Técnicos e Científicos – Divet)
Diretoria de Avaliação da Conformidade – Dconf
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro

ÍNDICE

Sumário Executivo	1
1 Apresentação da Parte 1	5
2 Contextualização	5
3 Principais Problemas	11
3.1 Fornecimento de lâmpadas LED reguladas com baixo desempenho, especialmente em eficiência energética e vida útil.....	11
a) Falhas de desempenho	13
b) Falhas na Etiqueta	18
c) Falhas no controle pré-mercado	21
d) Falhas no controle de mercado.....	24
3.2 Fornecimento de novas fontes de iluminação LED não previstas no regulamento atual.....	25
3.2.1 Normas técnicas desatualizadas	29
4 Partes afetadas	29
5 Participação Social	30
6 Fundamentação Legal	31
7 Conclusão da Parte 1	32
8 Apresentação da Parte 2	36
9 Definição de Objetivos.....	36
10 Discussão de Mapeamento Internacional	37
Escopo em regulamentos de outros países	37
Novos requisitos técnicos para manter os objetivos de segurança e eficiência energética.....	38
Etiqueta de eficiência energética.....	38
Controle Pré-Mercado.....	39
Controle de Mercado	39
11 Descrição das possíveis alternativas de ação.....	40
Apresentação das alternativas.....	40
11.1.1 Alternativa 1 (Não-ação)	40
11.1.2 Alternativa 2:.....	41
11.1.3 Alternativa 3	43
11.1.4 Alternativa 4.....	45
Discussão sobre alternativas escolhidas e descartadas.....	46
12 Comparação das alternativas de ação consideradas	48
Linha de Base.....	48

Impactos das alternativas.....	53
12.1.1 Escopo.....	53
12.1.2 Eficiência Energética.....	53
12.1.3 Requisitos novos.....	54
12.1.4 Controle Pré-Mercado.....	55
12.1.5 Controle de Mercado.....	56
Escolha de melhor alternativa.....	56
13 Participação Social.....	58
Reuniões e emails.....	58
Workshop.....	59
14 Recomendações.....	59
Estratégia de Monitoramento.....	59
Estratégia de Implantação.....	59
14.1.1 Interface com outros regulamentos do Inmetro.....	59
14.1.2 Interface com outras Políticas Públicas.....	60
Estratégia de Fiscalização.....	60
14.1.3 Estudo técnico com CEPEL.....	60
Estratégia de Comunicação.....	61
Revisão do regulamento após 5 anos do final do prazo de implantação:.....	61
15 Conclusão da Parte 2.....	61
16 Referências.....	62
17 Apêndice - Mapeamento Internacional.....	63
União Europeia.....	63
Estados Unidos.....	64
Índia.....	64
Nigéria (U4E/ONU).....	66
Mercosul.....	67
China.....	69
18 Apêndice II - Aplicação de AMC para escolha de alternativa para Revisão da regulação de Produtos de iluminação LED do Inmetro (PORTARIA nº 69/2022).....	70
Passo 1: Definição dos critérios de escolha.....	70
Passo 2: Estabelecimento de pesos dos critérios.....	71
Passo 3: Estabelecimento de prioridade das alternativas quanto a cada um dos critérios.....	71
Passo 4: Definição da melhor alternativa.....	72
Passo 5: Análise de sensibilidade.....	73

SUMÁRIO EXECUTIVO

Essa Nota Técnica apresenta as duas etapas da Análise de Impacto Regulatório - AIR para a revisão do regulamento de lâmpadas LED¹ com dispositivo de controle integrado à base. A primeira parte compreende a contextualização do regulamento e de sua base legal, a identificação das partes afetadas e a identificação e caracterização dos problemas encontrados. A segunda parte reúne os objetivos a serem atingidos pela regulação de iluminação LED, as principais experiências internacionais de outros reguladores, a identificação e comparação das possíveis alternativas regulatórias ou não regulatórias, considerando seus impactos e os objetivos do regulamento, a escolha e recomendação da melhor alternativa e as recomendações de estratégias de monitoramento, implantação, fiscalização, comunicação e revisão.

O regulamento não passa por alterações de mérito desde as Portarias Inmetro n.º 389/2014 e n.º 144/2015, recentemente consolidadas pela Portaria Inmetro n.º 69/2022. O mercado regulado de lâmpadas LED envolve atualmente aproximadamente 1204 registros ativos por 213 empresas, contendo 1173 certificados e 10803 modelos de 231 marcas. No mercado de certificação foram encontradas aproximadamente 234 empresas envolvidas no processo de certificação (com 119 fabricantes de origem chinesa em um total de 121), 671 certificados ativos emitidos por 15 organismos de certificação de produtos para 6938 modelos de produtos certificados. O volume quantitativo de importações de lâmpadas LED reguladas foi de 236 milhões de unidades em 2022 e representa 83,83% do total de produtos LED para iluminação. Quase 100% das importações têm origem na China.

Houve uma diminuição da participação da iluminação no consumo residencial de eletricidade de 14% em 2005 para 7,67% em 2019, segundo dados da Eletrobrás/Procel. Considerando que o Brasil possuía em 2019 aproximadamente 74,15 milhões de domicílios pode-se estimar que haja 155,72 milhões de lâmpadas LED em domicílios no Brasil consumindo 293,05 GWh. Há um enorme potencial para crescimento da participação das lâmpadas LED no mercado brasileiro. Em 2019, as lâmpadas residenciais LED eram 32,26% e as fluorescentes compactas (LFCs), 57,45%. Com as proibições de fabricação e importação de LFCs, a partir de 2025, para redução dos riscos de contaminação por mercúrio, deve diminuir significativamente a participação de LFCs no mercado. Estima-se que entre os produtos de iluminação instalados em 2022, havia 22% de LFCs.

Estima-se que em 2022 estivessem instaladas 1237 milhões de unidades de produtos de iluminação para residências, sendo 68% (843 milhões de unidades) de produtos LED. Foi encontrado um mercado de iluminação com 390 milhões de unidades vendidas em 2022, em que os produtos LED regulados, lâmpadas tubulares e em formato de bulbo, participam com 68% (265,5 milhões de unidades). Novos produtos LED, como luminárias, foram desenvolvidos e estão concorrendo no mercado brasileiro com as lâmpadas LED, sem a obrigatoriedade de certificação. Estima-se que haja 24,3 milhões (7%) de unidades LED com falhas de segurança e 190 milhões (55%) de unidades com falhas de desempenho, especialmente na vida útil declarada. Novos requisitos estão sendo requeridos por reguladores dos outros países, como proteção ao efeito flicker (cintilação), que atinge usuários sensíveis a essa falha. Além disso, os produtos LED regulados não possuem exigência de exibir uma etiqueta classificatória que permita aos consumidores tomar uma melhor decisão de compra baseada na eficiência energética. Se fossem classificados no regulamento atualmente vigente na União Europeia, 94,8% dos produtos LED regulados no Brasil estariam classificados nas faixas mais baixas, F e G. O controle pré-mercado por certificação, em que predomina o modelo 5 de certificação (com ensaios iniciais e plano de ensaios de manutenção, com ensaios de vida útil bianuais, e coleta de amostras na fábrica) e o registro de produtos LED classificado como nível de risco 3, mostra-se insuficiente para resolver o problema. O controle de mercado apenas com fiscalização formal (verificação de informações na etiqueta, na embalagem e no produto) e uma fiscalização técnica a cada 5 anos, também tem se mostrado insuficiente para coibir o comportamento dos fornecedores de produtos irregulares.

Por consequência, mantidas essas condições, teríamos uma demanda nacional anual de energia elétrica com produtos regulados LED estimada de 9,2 TWh, o equivalente a 1.380.000 Ton CO₂. O 4º maior consumidor de energia residencial são os produtos de iluminação. Eles consomem metade do que consumiam em 2005, mas estima-se que atualmente consumam 12,25 kWh por mês em média ou R\$ 11,22 de cada residência. R\$ 3,95 seriam gastos com LEDs

¹ LED é o acrônimo de light emission diode ou diodo emissor de luz, em português.

e R\$7,27 com as demais tecnologias. O custo atual para substituição do parque de iluminação instalado por LEDs por residência seria estimado em 36,45 reais, o menor comparado a outras tecnologias considerando um período de 10 anos.

Por meio de informações e dados obtidos em reuniões com representantes das partes afetadas e interessadas, bases de dados e documentos, foram identificados 2 principais problemas mais relevantes e suas causas, quais sejam.

- **Fornecimento de lâmpadas LED reguladas de baixo desempenho, especialmente em eficiência energética e em vida útil.**
 - **falhas de desempenho:** Lâmpadas LED reguladas ofertadas no mercado com falhas de desempenho especialmente vida útil reduzida e níveis de eficiência energética ultrapassados;
 - **falhas na etiqueta:** uma etiqueta ENCE não classificatória, em desalinhamento com os programas do PBE, que não permite a fácil comparação de eficiência energética com todos os produtos do mercado no ato da compra e induz à compra de produtos menos eficientes energeticamente;
 - **falhas de controle pré-mercado** com plano de ensaios por família (1 modelo em 5) e de manutenção parcial anual com coleta na fábrica, e adoção de ensaios longos ou que não detectam novos tipos de falhas ou riscos nos produtos, como os que reduzem a vida útil.
 - **falhas de controle de mercado** com fiscalizações técnicas não sistemáticas, sanções que não coíbem as irregularidades e adoção de ensaios longos ou que não detectam novos tipos de falhas ou riscos nos produtos, como os que reduzem a vida útil;
- **Fornecimento de novos produtos de iluminação LED não abrangidos pela regulamentação atual.**
 - **escopo insuficiente e desatualizado** para os objetivos do regulamento pois não abrange novas fontes luminosas de LED consumidoras de energia e não prevê características novas das lâmpadas LED. Por consequência, muitos novos produtos consumidores de energia com riscos à segurança não avaliados não estão regulamentados.

A partir daí estabeleceram-se os seguintes objetivos do regulamento:

- Melhorar o desempenho e a segurança de produtos de iluminação LED;
- Melhorar a informação para o consumidor sobre a Eficiência Energética (EE) dos produtos de iluminação LED; e
- Promover a concorrência justa entre os fornecedores de produtos de iluminação LED.

Foram mapeadas as experiências regulatórias especialmente nos Estados Unidos (Energy Star, programa voluntário usado como base do atual regulamento do Inmetro), União Europeia (regulamento mais amplo e mais avançado atualmente em vigor), Índia, Nigéria, China e países do Mercosul. Foram estabelecidos diálogos por meio de e-mail, reuniões virtuais e presenciais e eventos, por meio dos quais foram ouvidas as partes interessadas e afetadas e esclarecidas dúvidas a cada etapa do estudo.

Considerando as informações obtidas e a contribuição das partes, foram identificadas 4 alternativas para a revisão do regulamento, incluindo a não ação. Utilizando a metodologia de Análise Multicritério e tomando por base os objetivos do regulamento e impactos para as partes, foram considerados os 5 critérios abaixo para a tomada de decisão:

- Escopo do regulamento: Alcance de novos produtos/novas tecnologias/ concorrentes (máx.)
- Acesso à Informação: Disponibilizar informação relevante ao consumidor (máx.)
- Custo do regulador: Custos para o regulador de controlar os produtos de baixa qualidade (min)
- Poder de controlar: Capacidade de controlar produtos de baixa qualidade no mercado. (máx.)
- Custo do fornecedor: Custos para o fornecedor de controlar os produtos de baixa qualidade (min)

Aplicado o método, foi escolhida a alternativa 3:

- a) Ampliação do escopo do regulamento para incluir lâmpadas LED não abrangidas pelo atual regulamento (lâmpadas “âmbar”, acima de 60W, inteligentes e com controle de temperatura de cor) e luminárias LED de uso interno (indoor) e de uso externo (outdoor);
- b) Adoção de uma etiqueta (ENCE), com classificação por faixas de eficiência energética atualmente adotadas pela U.E., ou seja, de A (superior ou igual à 210 lumens por watt) a G (inferior a 85 lm/w), com informações do consumo de energia do produto em KWh quando usado por 1000 horas e com QR code que aponte para a página do registro do produto no Inmetro.
- c) Adição dos requisitos e ensaios de cintilação e efeito estroboscópico aos atuais requisitos e ensaios aplicados;
- d) Redução da vida útil mínima do produto para 15.000 (quinze mil) horas;
- e) Alteração da certificação de modelo 5 para que a coleta de produtos para ensaios de manutenção seja realizada exclusivamente no comércio brasileiro;
- f) Estabelecimento de uma fiscalização técnica do tipo “patrulha” (sob diligência), com uso de laboratórios acreditados e custos compartilhados com partes interessadas.

Essa alternativa, comparada à não ação, promoverá impactos altos para as partes em relação ao escopo, à eficiência energética e ao controle de mercado, e moderado em relação aos novos requisitos e controle pré-mercado. Os benefícios seriam enormes, como por exemplo, uma redução de consumo de energia elétrica de 4,0 TWh por ano (aproximadamente 600.000 Ton CO₂) quando a nova classificação de eficiência energética estivesse implementada e os produtos regulados redistribuídos.

Além da alternativa são recomendadas estratégias de monitoramento, implantação, fiscalização e comunicação, entre as quais:

- a) Revisão após 5 anos de implantação do regulamento revisado;
- b) Estabelecimento de um grupo de trabalho para redação da Minuta de Regulamento;
- c) Monitoramento de Indicadores em parceria com outros reguladores e parceiros;
- d) Alinhamento com outras políticas públicas em energia e meio ambiente;
- e) Estabelecimento de um procedimento de fiscalização técnica, com descrição de responsabilidades, critérios de coleta e amostragem, prioridades de ensaios, classificação de irregularidades e gravidades, entre outros;
- f) Elaboração de uma campanha de comunicação em parceria com partes interessadas para divulgação da nova etiqueta e esclarecimento de dúvidas de consumo;



Parte 1

1 APRESENTAÇÃO DA PARTE 1

A parte 1 desta Nota Técnica apresenta a primeira etapa do desenvolvimento da Análise de Impacto Regulatório - AIR para a revisão do regulamento de lâmpadas LED² com dispositivo de controle integrado à base, publicado pela Portaria Inmetro nº 69/2022. Essa etapa compreende a contextualização do regulamento e de sua base legal, a identificação das partes afetadas e a identificação e caracterização dos problemas encontrados. As próximas etapas compreendem o mapeamento de experiências internacionais, a definição de objetivos do regulamento, o levantamento de alternativas regulatórias e seus impactos e a recomendação de uma alternativa e de uma estratégia de implementação, monitoramento e avaliação da alternativa. Cada etapa virá acompanhada de atividades de participação social para dar maior transparência ao processo.

Esta Nota Técnica atende às exigências do Decreto nº 10.411/2020, que regulamenta a AIR de que trata a Lei nº 13.874/2019 (Lei de Liberdade Econômica). Buscou-se seguir as orientações das Diretrizes gerais e guia orientativo para elaboração de Análise de Impacto Regulatório - AIR (Brasil, 2018), do Guia para elaboração de Análise de Impacto Regulatório - AIR (Brasil, 2021), bem como do Guia de AIR para Eficiência Energética do Mercosul (ainda em fase de final de publicação).

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Inmetro regulamenta os requisitos técnicos para a fabricação, importação, distribuição e comercialização de Lâmpadas LED em território nacional, atualmente pela Portaria Inmetro nº 69/2022, que aprova o Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ), os Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC) e as Especificações para o Selo de Identificação da Conformidade para Lâmpadas LED com Dispositivo de Controle Integrado à Base – Consolidado.

A Portaria Inmetro nº 69/2022 compõe o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), um conjunto de regulamentos técnicos editados pelo Inmetro que regulam o fornecimento e comercialização de diversos produtos consumidores de energia. As Leis nº 5.966/1973, nº 9.933/1999 e nº 12.545/2011, que dispõem das competências do Inmetro e do Conmetro, a Lei nº 10.295/2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação de Uso Racional de Energia, e o Decreto nº 4.059/2001, que regulamenta a Lei nº 10.295/2001 e institui o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE são os dispositivos legais que amparam os regulamentos do PBE.

A elaboração da Portaria Inmetro nº 69/2022, seguiu as determinações do Decreto nº 10.139/2019, que resultou na consolidação, sem alteração do mérito, dos requisitos estabelecidos nas Portarias Inmetro n.º 389/2014 (que aprova os Regulamento Técnico da Qualidade - RTQ) e Portaria Inmetro nº 144/2015 (que aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade - RAC). Essas foram as primeiras Portarias de regulamentação técnica para lâmpadas LED editadas pelo Inmetro. Para estabelecer os requisitos, elas tomaram por base as normas técnicas ABNT NBR IEC 62560:2013 (Lâmpadas LED com dispositivo de controle incorporado para serviços de iluminação geral para tensão > 50 V - Especificações de segurança), ABNT NBR IEC 60081:1997 (ABNT NBR IEC 60081:1997), ABNT NBR IEC 60061-1 (Bases de lâmpadas, porta-lâmpadas, bem como gabaritos

² LED é o acrônimo de light emission diode ou diodo de emissão de luz, em português.

para o controle de intercambialidade e segurança - Parte 1: Bases de lâmpadas), ABNT NBR IEC 60598-1 (Luminárias Parte 1: Requisitos gerais e ensaios), entre outras.

Não foram encontrados estudos sobre lâmpadas LED que apontassem para os problemas ou para os objetivos dos regulamentos publicados em 2014 e 2015. As Portarias mencionam que foram consideradas na decisão de sua publicação a importância de as lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base comercializadas no país apresentarem requisitos mínimos de “eficiência, segurança e compatibilidade eletromagnética” (Portaria Inmetro nº 389/2014) e “eficiência energética e segurança” (Portaria Inmetro nº 144/2015). Para efeito deste AIR, considerar-se-á que o objetivo do regulamento consolidado pela Portaria Inmetro nº 69/2022 é proporcionar que as lâmpadas LED com dispositivo integrado à base comercializadas no país apresentem requisitos mínimos de desempenho, com foco em eficiência energética, e de segurança elétrica.

Destacamos os requisitos de desempenho exigidos para lâmpadas LED com dispositivo integrado à base são:

- Potência consumida pela lâmpada LED (limite máximo);
- Fator de potência atendendo a certos requisitos;
- Fluxo luminoso inicial medido de uma lâmpada LED (limite mínimo);
- Temperatura de cor correlata (TCC) nominal;
- Reprodução adequada das cores reais de um objeto ou superfície quando comparada à luz natural;
- Eficiência mínima inicial (lm/W);
- Equivalência entre os modelos de lâmpadas LED e os modelos tradicionais de lâmpadas incandescentes, quando declarada, deve observar os critérios definidos;
- Lâmpadas classificadas pelo tipo;
- Intensidade máxima inicial, quando declarada pelo fornecedor, deve ser medida (limite de desvio);
- Ângulo do fecho luminoso, quando declarado pelo fornecedor, deve ser medido (limite de desvio);
- Número mínimo de horas para a manutenção do fluxo luminoso em 70% (L70);
- Lâmpada deve suportar situações de choque de temperatura e de liga-e-desliga

Entre os requisitos de segurança exigidos para lâmpadas LED com dispositivo integrado à base estão:

- Condições de funcionamento (tensão, temperatura ambiente, instalação em luminárias);
- Asseguramento da intercambialidade da base;
- Proteção adequada de forma a não possibilitar o contato acidental pelo usuário às partes vivas;
- Compatibilidade eletromagnética;
- Asseguramento de isolamento elétrica para que, na temperatura de operação, a corrente de fuga da lâmpada não seja excessiva;
- Base da carcaça da lâmpada presa ao bulbo ou à parte da lâmpada que é utilizada para inserir ou remover a lâmpada;

- Suficiente resistência ao calor das partes de material isolante da lâmpada;
- Suficiente proteção contra a propagação de chama das partes de material isolante da lâmpada;

Há ainda requisitos de marcação no produto e instruções:

- As lâmpadas devem ser marcadas de forma clara e indelével pelo fornecedor no produto ou na embalagem com 18 informações especificadas;
- Os manuais de instruções e de instalação quando aplicáveis, bem como todas as informações, devem estar na língua portuguesa;
- As unidades devem ser expressas conforme o Sistema Internacional de Unidades (SI).

O regulamento prevê 12 ensaios de desempenho: (Potência da lâmpada; Fator de Potência; Limite de Harmônicas; Fluxo Luminoso; Temperatura de Cor Correlata (TCC); Índice de Reprodução de Cores (IRC); Eficiência; Fluxo luminoso para equivalência; Distribuição Luminosa; Valor da intensidade luminosa de pico; Ângulo do Facho Luminoso; Manutenção do Fluxo Luminoso e Definição da vida nominal; Ciclo térmico e Comutação) e 8 ensaios de segurança: (Marcação; Intercambialidade da base; Proteção contra contato acidental com partes vivas; Compatibilidade Eletromagnética; Resistência de Isolação e Rigidez Dielétrica após exposição à umidade; Resistência a Torção; Resistência ao aquecimento; Resistência à chama e à ignição).

A modalidade de avaliação da conformidade exigida pelo regulamento é a atestação de conformidade por terceira parte, a certificação. É permitido o agrupamento por família de produtos (conjunto de modelos fabricados em uma mesma unidade fabril, cujos princípios funcionais e de construção mecânica e elétrica são agrupados, simultaneamente, conforme os requisitos a seguir, podendo apresentar diferentes valores de potência nominal: mesma tecnologia do LED; mesma vida declarada (nominal); mesmo tipo de lâmpadas (LED Bulbo omnidirecionais, direcionais ou decorativas e LED tubular)). Os esquemas de certificação permitidos são:

a) Esquema tipo 5 - Avaliação inicial consistindo em ensaios completos por família em amostras retiradas no fabricante, incluindo auditoria inicial do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), seguida de avaliação de manutenção periódica através de coleta de amostra do produto no comércio, para realização das atividades de avaliação da conformidade, e auditoria do SGQ;

b) Esquema tipo 1b – Ensaio de lote. Os ensaios de desempenho do modelo 1b são realizados por família, mas os ensaios de segurança são realizados por modelo de produto.

Os ensaios de manutenção são anuais, mas parciais (a cada 3 anos completam-se todos os ensaios de um modelo), observando o seguinte cronograma das tabelas 5 e 6 do regulamento publicado (Figura 1). A recertificação é exigida a cada 4 anos.

Figura 1: Tabelas de ensaios de manutenção de lâmpadas LED previstas pela Portaria Inmetro nº 69/2022.

Tabela 5 – Ensaios de manutenção para eficiência energética

Item do RTQ	Ensaio, medições e inspeções	Ano 1	Ano 2	Ano 3
3.1.1	Potência da lâmpada	x	x	x

Item do RTQ	Ensaio, medições e inspeções	Ano 1	Ano 2	Ano 3
3.1.2	Fator de Potência	x	x	x
3.1.2	Limite de Harmônicas	x	x	x
3.1.3	Fluxo Luminoso	x	x	x
3.1.4	Temperatura de Cor Correlata (TCC)	x	x	x
3.1.5	Índice de Reprodução de Cores (IRC)	x	x	x
3.1.6	Eficiência	x	x	x
3.1.7	Fluxo luminoso para equivalência	x	x	x
3.1.8	Distribuição Luminosa			x
3.1.9	Valor da intensidade luminosa de pico			x
3.1.10	Ângulo do Facho Luminoso			x
3.1.11	Manutenção do Fluxo Luminoso e definição da vida nominal (Opção 01 ou Opção 02)		x	
3.1.12	Ciclo térmico e Comutação		x	

Tabela 6 – Ensaios de manutenção para segurança

Item do RTQ	Ensaio, medições e inspeções	Ano 1	Ano 2	Ano 3
3.3	Marcação	x	x	x
3.2.2	Intercambialidade da base	x		
3.2.3	Proteção contra contato acidental com partes vivas	x		
3.2.4	Compatibilidade Eletromagnética	x		
3.2.5	Resistência de Isolação e Rigidez Dielétrica após exposição à umidade		x	
3.2.6	Resistência a Torção		x	
3.2.7	Resistência ao aquecimento			x
3.2.8	Resistência à chama e à ignição			x

Fonte: Portaria Inmetro nº 69/2022.

Os produtos certificados devem ser registrados no Inmetro, pelo sistema Orquestra, conforme Portaria Inmetro nº 258/2020, ou substitutiva, para serem importados e comercializados no Brasil e cada importação deve ser submetida à anuência do Inmetro.

Em relação aos atos públicos de liberação (registro e anuência de importação), as lâmpadas LED são classificadas como de nível de risco III e por esse motivo sujeitas ao procedimento de registro completo em até 55 dias e ao de anuência de importação em até 30 dias. Ou seja, não há procedimentos simplificados ou dispensa de atos de liberação para Lâmpadas LED.

Para dimensionar o mercado, posse e consumo energia de lâmpadas LED, utilizamos dados públicos disponíveis em relatórios e sistemas do Inmetro e do Procel/Eletróbrás.

Segundo as informações disponíveis nos dados abertos de registros do Inmetro para lâmpadas LED³, foram encontrados 1204 registros ativos por 213 empresas, contendo 1173 certificados e 10803 modelos de 231 marcas. No sistema de Produtos e Serviços com Conformidade Avaliada (também conhecido como ProdCert)⁴, constam 234 empresas envolvidas no processo de certificação, assumindo por vezes mais de um papel no sistema. Foram identificados 121 fabricantes (119 situados na China e 2 no Brasil); 11 empresas importadoras nacionais, 111 empresas solicitantes de certificação e 6 empresas solicitantes e fabricantes. Foram também identificados 671 certificados ativos emitidos por 15 organismos de certificação de produtos para 6938 modelos de produtos certificados.

Esses dados permitem afirmar que há um peso significativo de importação de produtos fabricados na China no mercado de lâmpadas LED reguladas, uma vez que os fabricantes são quase todos de origem chinesa. As importações de lâmpadas LED, bulbo ou tubo, chegaram a 236 milhões de unidades em 2022, segundo o Comex/Stat⁵ (Tabela 1).

Tabela 1: Quantidades de produtos LED para iluminação importados pelo Brasil em 2022 e 2023 (até junho).

Código NCM	Descrição NCM	2023 - Qtd Estatística em mi (%)	2022 - Qtd Estatística em mi (%)
85395100	Módulos de diodos emissores de luz (LED)	11 (7,20%)	7 (2,54%)
85395200	Lâmpadas e tubos de diodos emissores de luz (LED)	129 (81,19%)	236 (83,83%)
94051190	Outros lustres e outras luminárias, elétricos, próprios para serem suspensos ou fixados no teto ou na parede, exceto os do tipo utilizado na iluminação pública, concebidos para serem utilizados unicamente com fontes de luz de diodos emissores de luz (LED)	12 (7,29%)	25 (8,73%)
94054100	Outras luminárias e aparelhos de iluminação, elétricos, fotovoltaicos, concebidos para serem utilizados unicamente com fontes de luz de diodos emissores de luz (LED)	1 (0,35%)	2 (0,61%)
94054200	Outras luminárias e aparelhos de iluminação, elétricos, exceto fotovoltaicos, concebidos para serem utilizados unicamente com fontes de luz de diodos emissores de luz (LED)	6 (3,96%)	12 (4,29%)
		158 (100,00%)	282 (100,00%)

Fonte: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>

É possível também estimar a importância das lâmpadas LED pela posse e consumo de energia em residências. Segundo o relatório da Pesquisa de Posses e Hábitos (PPH) 2019⁶, publicada pela Eletrobrás, a iluminação é o 4º maior consumidor de energia das residências. É possível dizer que pelo menos 7,67% do consumo médio de energia elétrica em residências brasileiras provém de

³ Consulta realizada no site <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/programa-brasileiro-de-etiquetagem-pbe> em 19/06/2023.

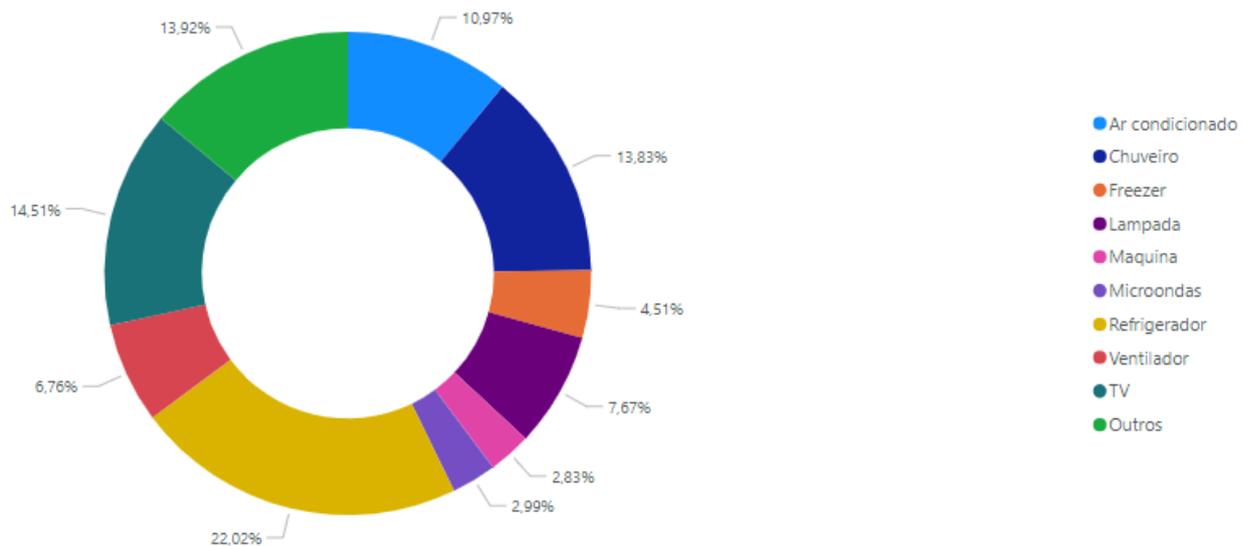
⁴ Consulta realizada no site <http://www.inmetro.gov.br/prodcert/index.asp> em 22/06/2023.

⁵ Consulta realizada no site <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral> em 22/06/2023.

⁶ Consulta realizada no site <http://www.procelinfo.com.br/> em 22/06/2023.

lâmpadas⁷ (gráfico abaixo). Isso representa quase a metade dos 14% apresentados em 2005, publicado pelo relatório anterior do PBPH⁸.

Figura 2: Consumo médio de energia elétrica em residências brasileiras, por equipamento.



Fonte: <http://www.procelinfo.com.br>.

Considerando que uma residência em 2019 consumia em média 159,74 kWh, pode-se afirmar que o consumo de lâmpadas representa aproximadamente 12,25 kWh por residência. Considerando que o Brasil possuía em 2019 aproximadamente 74,15 milhões de domicílios, podemos afirmar que aproximadamente 908,26 GWh eram consumidos mensalmente por 482,72 milhões de lâmpadas residenciais, dos quais 293,05 GWh por 155,72 milhões de lâmpadas LED no Brasil, o que correspondiam a 32,26% das lâmpadas residenciais.

Tabela 2: Posse e consumo residencial médios de lâmpadas para iluminação no Brasil.

Tipo de lâmpada	Posse média por residência	Posse Média Residencial total (milhões de unid.)	Consumo médio mensal por residência (kWh)	Consumo residencial mensal total (GWh)	Participação Percentual
Incandescente	0,55	40,78	1,04	76,75	8,45%
Fluorescente	3,74	277,32	7,04	521,91	57,45%
Compacta	3,66	271,39	6,89	510,75	56,22%
Tubo	0,08	5,93	0,15	11,16	1,23%
LED	2,10	155,72	3,95	293,05	32,26%

⁷ Por um erro do sistema, a categoria “outros” aparece representada no gráfico e pode ser descartada do resultado pois representa todos os questionários não respondidos pela pesquisa.

⁸ Consulta realizada no site <http://www.procelinfo.com.br> em 22/06/2023.

Compacta	2,08	154,23	3,91	290,26	31,95%
Tubo	0,02	1,48	0,04	2,79	0,31%
Dicrónica	0,08	5,93	0,15	11,16	1,23%
Minidicrónica	0,02	1,48	0,04	2,79	0,31%
Outras	0,02	1,48	0,04	2,79	0,31%
Total	6,51	482,72	12,25	908,46	100%

Fonte: <http://www.procelinfo.com.br/>

3 PRINCIPAIS PROBLEMAS

Os problemas encontrados podem ser categorizados como falhas regulatórias pois derivam de regras exigidas pelos regulamentos técnicos que não permitem o alcance dos objetivos pretendidos com maior eficiência ou provocam efeitos indesejados.

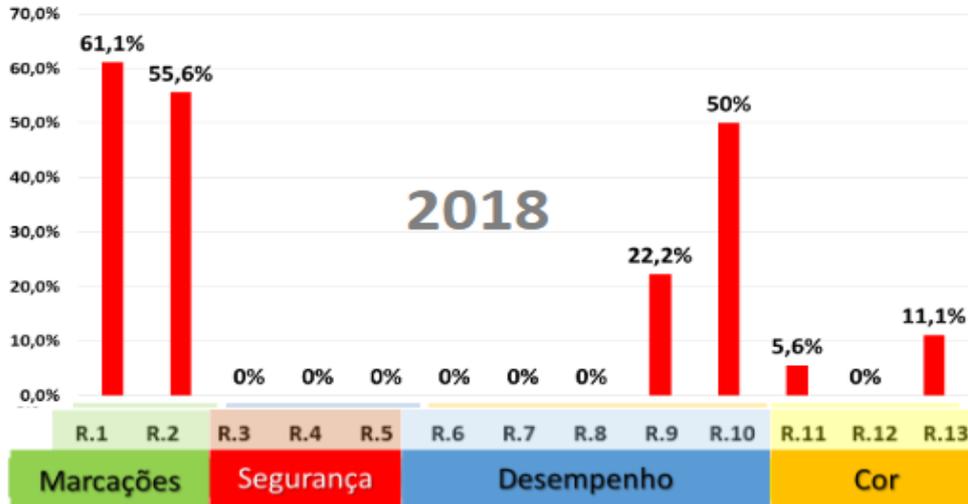
Os principais problemas encontrados foram fornecimento de lâmpadas LED reguladas com baixo desempenho, especialmente em eficiência energética e vida útil, e fornecimento de novos produtos de iluminação LED não abrangidos pelo escopo do regulamento atual.

3.1 *Fornecimento de lâmpadas LED reguladas com baixo desempenho, especialmente em eficiência energética e vida útil*

O Inmetro por meio de seu Programa de Verificação da Conformidade (PVC) visa monitorar os regulamentos de Avaliação da Conformidade obrigatórios fazendo uma análise técnica do mercado. Os resultados obtidos de não conformidades dão insumos aos processos de fiscalização técnica, responsáveis por avaliar os requisitos técnicos dos produtos adquiridos no mercado nacional e ensaiados nos laboratórios acreditados.

Em 2018, foi realizada a primeira divulgação do PVC para lâmpadas de LED, em que foram coletadas amostras de 18 marcas diferentes. Para cada marca, um modelo do tipo bulbo variando de 7W a 9,5W foi adquirido no mercado nacional. Os resultados após a análise dos requisitos técnicos, demonstraram que 83% das marcas avaliadas tiveram pelo menos uma não conformidade, representando 15 modelos não conformes. No gráfico abaixo (figura 3), são apresentados os percentuais de não conformidades por requisitos (R) avaliados. Os maiores percentuais de não conformidade estão na marcação obrigatória da lâmpada (R1), marcação obrigatória na embalagem (R2) e no ensaio de vida da lâmpada (R10).

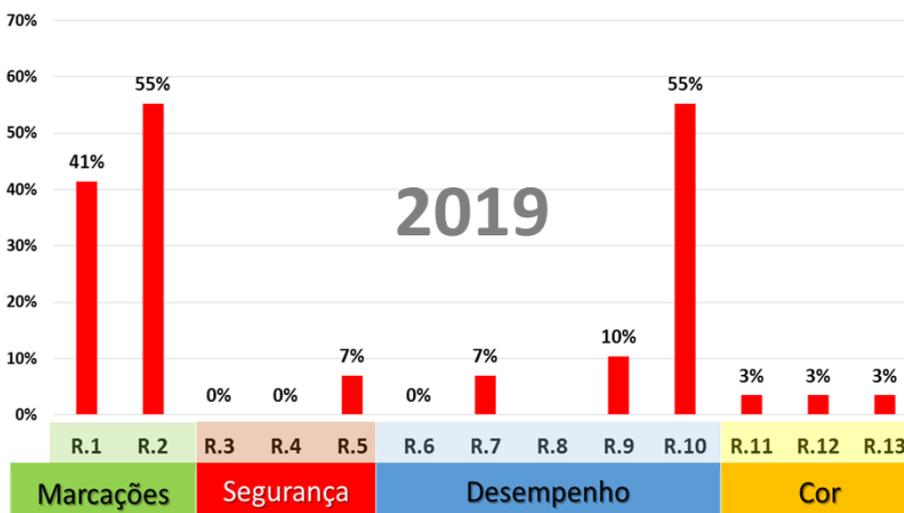
Figura 3: Resultados do PVC de 2018 com lâmpadas LED de bulbo.



Fonte: Relatório do PVC 2018 com lâmpadas LED.

Após a divulgação dos resultados do PVC de lâmpadas de LED em 2018, o Inmetro iniciou um outro PVC para dar continuidade ao monitoramento das lâmpadas de LED. Foi ampliada a quantidade de marcas do tipo bulbo e incluídos modelos do tipo tubular.

Figura 4: Resultados do PVC de 2019 com lâmpadas LED de bulbo.



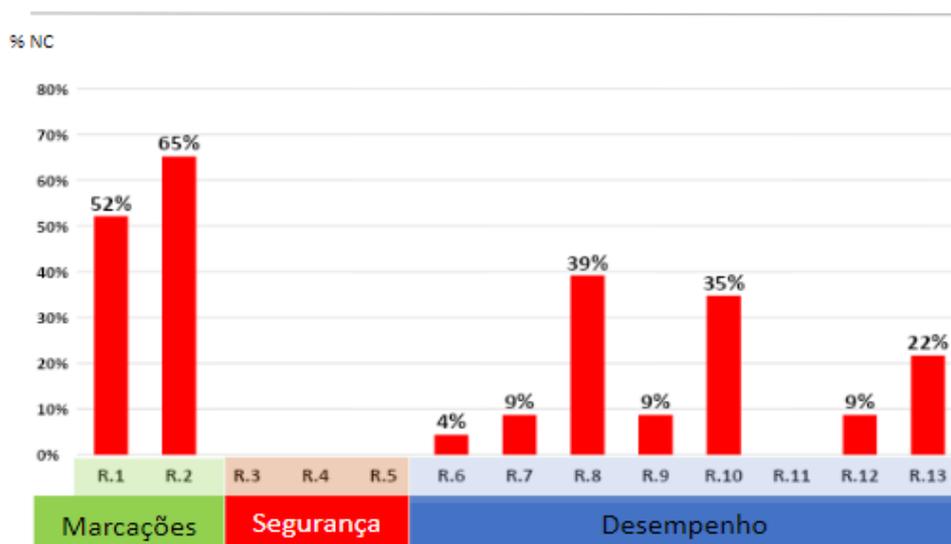
Fonte: Relatório do PVC de 2019 com lâmpadas LED de bulbo.

Em 2019, foi divulgado o 2º PVC de lâmpadas de LED. Foram coletadas amostras de 22 marcas diferentes e avaliados 29 modelos do tipo bulbo variando de 7W a 22W adquiridos no mercado nacional. O resultado após a análise dos requisitos técnicos, demonstrou que 83% dos modelos avaliados apresentou pelo menos uma não conformidade, representando 24 modelos não conformes. No gráfico da figura 4, são apresentados os percentuais de não conformidades por requisitos (R)

avaliados, e novamente os maiores percentuais de não-conformidades foram na marcação obrigatória da lâmpada (R1), marcação obrigatória na embalagem (R2) e no ensaio de vida da lâmpada (R10)

Para os resultados das lâmpadas de LED tipo tubulares, foram adquiridas 23 marcas com a potência de 9W a 10W. Após a análise dos requisitos técnicos, os resultados demonstraram que 91% das marcas avaliadas apresentou pelo menos uma não conformidade, representando 21 marcas não conformes. No gráfico da figura 5, são apresentados os percentuais de não conformidades por requisitos (R) avaliados, e os maiores percentuais de não conformidade foram na marcação obrigatória da lâmpada (R1), marcação obrigatória na embalagem (R2), limites das correntes harmônicas (R8) e no ensaio de vida da lâmpada (R10)

Figura 5: Resultados do PVC de 2019 com lâmpadas LED tubulares.



Fonte: Relatório do PVC 2019 com lâmpadas LED tubulares.

As falhas mais significativas foram encontradas nos requisitos de marcações, tanto nas marcações obrigatórias das lâmpadas quanto nas marcações das embalagens. Essas falhas foram evidenciadas nos dois PVC realizados, demonstrando que lâmpadas de LED reguladas pelo Inmetro apresentam índices de falhas significativos em requisitos visualmente verificáveis nas fiscalizações formais. Quando analisamos requisitos de desempenho das lâmpadas ensaiados apenas em laboratório, o índice de reprovação em vários requisitos é significativo, especialmente no requisito de vida útil. Os PVC demonstram que as lâmpadas de LED reguladas, ou seja, certificadas e registradas, apresentam baixo desempenho provocando danos aos consumidores e à concorrência.

As causas principais desse problema foram identificadas e agrupadas como falhas no desempenho, falhas da atual etiqueta ENCE, falhas no controle pré-mercado e falhas no controle de mercado.

a) Falhas de desempenho

As falhas de desempenho mais relevantes são as que provocam uma vida útil reduzida e menor eficiência energética para lâmpadas LED.

Vida útil reduzida

A vida útil declarada para as lâmpadas LED pode variar dependendo do fabricante e do modelo específico da lâmpada. No entanto, em geral, as lâmpadas LED são conhecidas por sua longa vida útil em comparação com outros tipos de iluminação. Experiências de reguladores em outros países concordam nesse aspecto:

1. Estados Unidos - O Departamento de Energia dos EUA (DOE) estabelece padrões para a medição da vida útil das lâmpadas LED. Os fabricantes devem seguir um procedimento de teste específico e fornecer informações sobre a vida útil esperada de suas lâmpadas na embalagem do produto. Nos EUA, muitos fabricantes de lâmpadas LED afirmam que suas lâmpadas duram entre 25.000 e 50.000 horas. Isso é baseado em testes padrão que simulam o uso típico.

2. União Europeia - A Diretiva de Design Ecológico da UE estabelece requisitos para a vida útil das lâmpadas LED. Os fabricantes devem fornecer informações sobre a vida útil esperada de suas lâmpadas na embalagem do produto. Na UE, a vida útil declarada para lâmpadas LED é frequentemente semelhante à dos EUA, com muitos fabricantes afirmando que suas lâmpadas duram entre 25.000 e 50.000 horas.

3. Ásia. Em países asiáticos como a China e o Japão, a vida útil declarada para lâmpadas LED é frequentemente semelhante, com muitos fabricantes afirmando que suas lâmpadas duram entre 25.000 e 50.000 horas.

É importante notar que a vida útil real de uma lâmpada LED pode ser influenciada por muitos fatores, incluindo a qualidade dos componentes da lâmpada, as condições de uso e as condições ambientais. A "vida útil" de uma lâmpada LED é frequentemente definida como o ponto em que a luz que ela emite cai para 70% de seu brilho original, então uma lâmpada LED pode continuar a funcionar por muito tempo depois de atingir o final de sua vida útil declarada.

Atualmente é exigido pelo Inmetro que o produto apresente uma manutenção de fluxo luminoso em 70% (requisito L70), ou seja, uma vida útil mínima, de 15 mil horas, se for lâmpada decorativa, e de 25 mil horas se for outra lâmpada LED. Porém os ensaios desse requisito duram no mínimo 6 meses para ficarem prontos. Nesse tempo o fornecedor pode já ter fornecido seus produtos e até saído do mercado, por exemplo. Enquanto a vigilância de mercado depender apenas desse ensaio para identificar possíveis falhas na vida útil e não houver sanções que penalizem proporcionalmente os fornecedores há enorme risco de inefetividade.

Relatos de partes interessadas sugerem que a causa de problemas de redução da vida útil nominal da lâmpada está na má qualidade de componentes da lâmpada e que não é detectável pelo ensaio de manutenção de fluxo luminoso. Outros ensaios atualmente não exigidos pelo Inmetro, como o teste de flicker⁹, poderiam detectar essa falha.

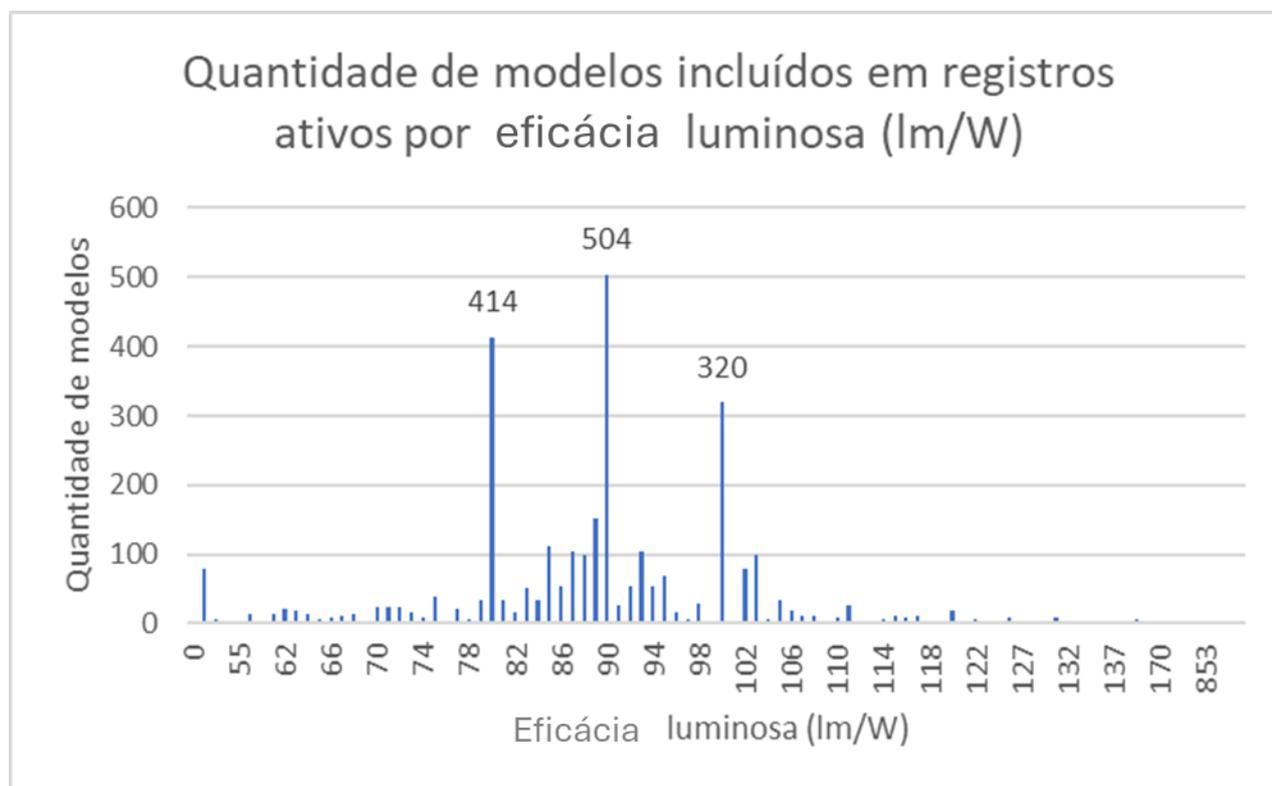
⁹ O teste de flicker verifica se a lâmpada está piscando muito rapidamente.

Uma consequência de produtos com vida útil nominal menor que a declarada é o impacto ambiental do aumento de lâmpadas LED nos aterros sanitários provocado pelo aumento do descarte desses produtos. Outra consequência é o prejuízo ao consumidor que deverá comprar um novo produto antes da vida útil declarada.

Níveis de eficiência energética ultrapassados

Foram encontrados indícios sobre como são distribuídos os modelos registrados no Inmetro quanto à sua eficácia luminosa. Em uma amostra de 3.102 modelos de LED incluídos em registros ativos no Inmetro em dezembro de 2022¹⁰, a eficácia luminosa (lm/W) declarada concentra-se entre 80 e 100 lm/W (80 lm/W = 414 modelos; 90 lm/W = 504 modelos; 100 lm/W = 320 modelos) como observa-se abaixo na figura 6.

Figura 6: Quantidade de Registros ativos por Eficácia Luminosa (lm/W).



Fonte: elaboração própria.

Essa distribuição mostra que esses três valores de eficiência energética são escolhidos pelos fornecedores como preferenciais no desempenho dos produtos que oferecem no mercado. Esses valores já estão acima do mínimo que o regulamento exige:

¹⁰ <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/programa-brasileiro-de-etiquetagem-pbe>

Figura 7: Tabelas de eficiência mínima de lâmpadas LED na Portaria nº69/2022.

Tabela 3 - Relação de eficiência mínima

	Potência da lâmpada (W)	Eficiência mínima inicial (lm/W)
Não-direcionais Semi-Direcionais	< 15	55
	≥ 15	60
Direcional	< 20	45
	≥ 20	50
Decorativa	< 15	45
	5 ≤ W ≤ 25	
	≥ 25	

Tabela 4 - Relação de eficiência mínima lâmpada de LED tubular

	Comprimento nominal da lâmpada (mm)	Tipo de Base	Eficiência mínima inicial (lm/W)
Lâmpada de LED tubular	550 – 1 150	G5	100
	600 – 2 400	G13	85

Fonte: Portaria nº 69/2022.

Apesar de os produtos fornecidos no mercado nacional apresentarem níveis de eficácia luminosa superiores aos níveis mínimos estabelecidos no regulamento vigente, pelo menos parte deles não seria aceita ou bem avaliada em outros mercados, como na União Europeia ou na Índia, por exemplo.

Tabela 3: Classificação de eficiência energética para lâmpadas LED na U.E. e Índia

Classe / Estrelas ¹	União Europeia ²	Índia
A / 5 estrelas	210 ≤ E.L.	135 ≤ E.L.
B / 4 estrelas	185 ≤ E.L. < 210	120 ≤ E.L. < 135
C / 3 estrelas	160 ≤ E.L. < 185	105 ≤ E.L. < 120
D / 2 estrelas	135 ≤ E.L. < 160	90 ≤ E.L. < 105
E / 1 estrela	110 ≤ E.L. < 135	79 ≤ E.L. < 90
F	85 ≤ E.L. < 110	
G	E.L. < 85	

Fonte: os autores. ¹ A Índia usa estrelas para classificar as etiquetas. A União Europeia usa letras do alfabeto. Letras G, F e E ou 1 estrela para faixas mais baixas de eficácia luminosa e letra A ou 5 estrelas para faixas mais altas de eficácia luminosa. ² A União Europeia classifica todas as fontes luminosas inclusive lâmpadas LED.

O regulamento da União Europeia aplica-se a diversas fontes de luz, inclusive às lâmpadas LED. Na União Europeia, em junho de 2023, havia 326 279 modelos de fontes de luz registrados com 319.380 de LED distribuídos em uma classificação de A a G como se vê na Tabela 4.

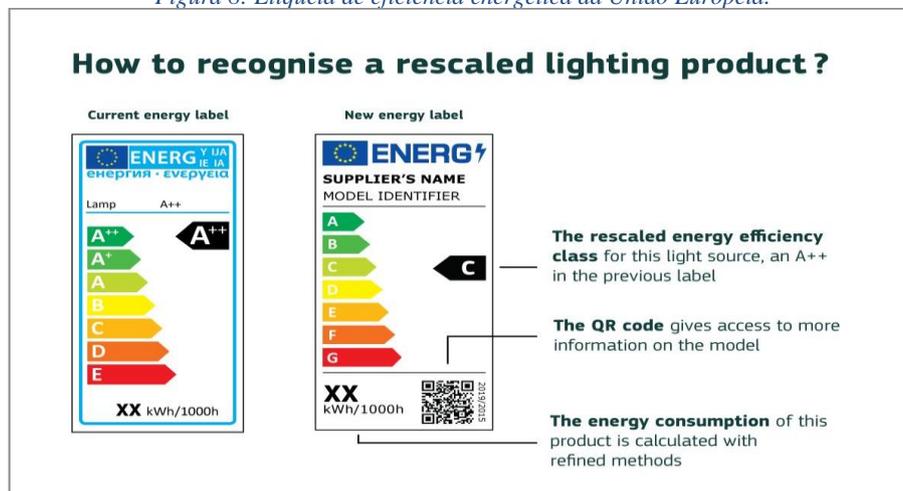
Tabela 4: Classes de eficácia luminosa para fontes de luz na União Europeia.

Classe	Níveis de Eficácia Luminosa (lm/W)	Produtos registrados na U.E.	%
A	$210 \leq \text{E.L.}$	1382	0,4
B	$185 \leq \text{E.L.} < 210$	4078	1,3
C	$160 \leq \text{E.L.} < 185$	19252	6,0
D	$135 \leq \text{E.L.} < 160$	42372	13,3
E	$110 \leq \text{E.L.} < 135$	75616	23,7
F	$85 \leq \text{E.L.} < 110$	117980	36,9
G	$\text{E.L.} < 85$	58700	18,4

Fonte: Regulamento Delegado (UE) 2019/2015 da Comissão de 11 de março de 2019, L 315/80 e <https://eprel.ec.europa.eu/screen/product/lightsources>

Observa-se que os valores de eficácia luminosa registrados preferencialmente no Brasil (80, 90 e 100 lm/W), seriam classificados como F e G pela classificação europeia. Os produtos classificados em E, F e G representam a maioria do mercado regulado (79%) na União Europeia, mas é importante ressaltar que as fontes de iluminação foram um dos 5 produtos¹¹ que tiveram rescalonamento em 2021. A classificação de A a G substituiu em setembro de 2021 a classificação anterior que incluía as classes A++, A+, A a E. A classificação anterior mantinha a maioria dos produtos de iluminação nas classes A++, A+ e A. O rescalonamento realizado deixou a maioria dos produtos em E, F e G e apenas muito poucos produtos em A e B. As etiquetas no modelo anterior só podem ser exibidas nos produtos até março de 2023.

Figura 8: Etiqueta de eficiência energética da União Europeia.



Fonte: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_4484

A partir de março de 2023, espera-se que aumente a competitividade do mercado europeu e os fornecedores que conseguirem se adaptar melhorando seus produtos receberão melhores

¹¹ Os outros foram refrigeradores e freezers, lavadoras de pratos, lavadoras de roupas e lavadoras-secadoras de roupas, telas eletrônicas incluindo televisores.

classificações. Os que não conseguirem buscarão novos mercados com regulações menos rigorosas, como o Brasil, para suas lâmpadas LED de menor eficiência energética.

Ao estabelecer esses níveis mínimos em 2014 o Inmetro pode ter infringido o Decreto nº 9.864, de 27 de junho de 2019, que regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dispõe sobre o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética (CGIEE). Observa-se que o CGIEE não editou regulamento de indicadores e níveis máximos de consumo de energia ou mínimos de eficiência energética para lâmpadas LED até o momento. É desejável que a decisão seja tomada articulada com o Inmetro. O PBE é uma política pública articulada com outras iniciativas do governo, como o Procel e o CGIEE, ou seja, decisões tomadas por essas entidades, mesmo que não dependam das decisões tomadas pelas outras, provocam efeitos mútuos na política pública de eficiência energética como um todo. É fundamental que sejam comunicadas e negociadas as decisões entre elas.

Observa-se que os países da União Europeia não exigem níveis mínimos de eficiência energética para fontes de luz, incluindo lâmpadas LED.

b) Falhas na Etiqueta

Um dos fatores que contribui para o problema são as falhas da etiqueta de eficiência energética atual que não desestimula o fornecimento de lâmpadas LED de baixa eficiência energética no Brasil.

Etiqueta não permite comparação entre produtos

Os produtos que fazem parte do PBE apresentam a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) em sua embalagem com o objetivo de estimular o consumidor a comprar produtos de maior eficiência energética. O consumidor obtém informações sobre eficiência energética na etiqueta e pode comparar os produtos disponíveis antes de decidir a compra. A maioria dos produtos do PBE apresenta na ENCE também a posição daquele produto em uma classificação de eficiência energética baseada em parâmetros nacionais. A classificação permite que o consumidor compare facilmente a eficiência energética daquele produto com todos os produtos do mercado brasileiro e seja mais estimulado a comprar os mais produtos com maior eficiência energética. Em consequência, o mercado é estimulado a fornecer e comercializar os produtos com maior eficiência energética para atender às preferências do consumidor.

Atualmente, a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para lâmpadas LED com dispositivo integrado à base apresenta informações de potência (W), fluxo luminoso (lm) e “eficiência” luminosa¹² (lm/W), mas não apresenta uma classificação de eficácia luminosa, como se vê na figura 9.

¹² O temor correto seria eficácia luminosa, ou seja, forma equivalente de eficiência energética aplicada a fontes luminosas.

Figura 9: ENCE para Lâmpada LED e Lâmpada de LED Tubular (com eficácia luminosa).



Fonte: Portaria Inmetro nº 69/2022, anexo III.

Etiqueta não alinhada com outras etiquetas do PBE

A etiqueta atual também não permite a comparação de eficácia luminosa com outras lâmpadas de tecnologias concorrentes, como as lâmpadas fluorescentes compactas (LFCs). As informações de equivalência entre lâmpadas LED e incandescentes e fluorescentes compactas podem não ser suficientes para promover a escolha de lâmpadas mais eficientes. Como a etiqueta de lâmpadas fluorescentes compactas é classificatória e a maioria dos modelos são classificados como A, o consumidor pode ser induzido a perceber as fluorescentes como mais eficientes e comprar lâmpadas fluorescentes compactas inadvertidamente. A introdução de uma classificação de eficiência energética para as lâmpadas de LED, deve conter parâmetros de comparações entre outras lâmpadas existentes no mercado, de modo que o consumidor possa perceber a diferença de tecnologia entre as elas.

Figura 10: Modelos de etiquetas ENCE para lâmpadas fluorescentes compactas (LFC).

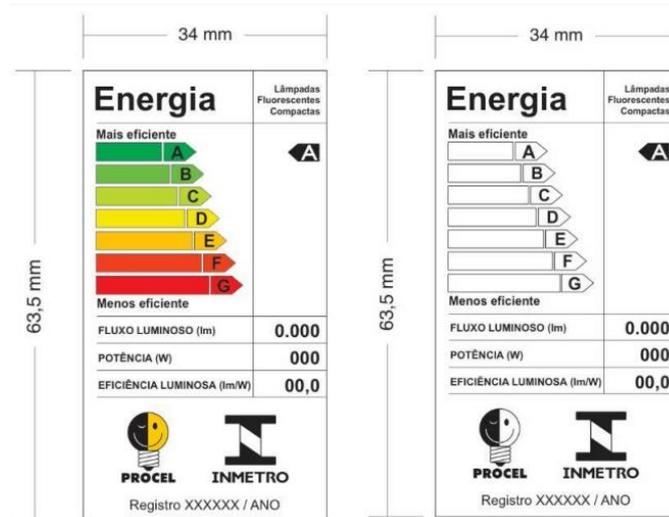


Figura 1: Modelo de ENCE colorida

Figura 2: Modelo de ENCE em preto e branco

Fonte: Portaria nº 17, de 14 de janeiro de 2022.

Como consequência, diminui o consumo de lâmpadas LEDs e aumenta o consumo de fluorescentes compactas cujo descarte apresenta risco de contaminação por mercúrio. Aumenta o risco de o consumidor não ter informações de eficácia luminosa no ato de compra para escolher entre uma lâmpada LED ou fluorescente, resultando em risco de comprar lâmpadas menos eficientes do que ele desejaria ou poderia.

É importante lembrar que as lâmpadas fluorescentes compactas estão próximas de serem banidas no mercado brasileiro, de acordo com a quarta Conferência das Partes (COP 4) da Convenção de Minamata, realizada em abril de 2022. Um dos pontos tratados foi eliminar e reduzir o uso de mercúrio (e seus compostos) que estão presentes nas LFC. O tratado assinado por 137 países, inclusive o Brasil, na COP 4 (2022) objetiva pôr fim, até 2025, à produção, importação e exportação das lâmpadas fluorescentes compactas. Exige-se que essa situação seja considerada na etapa seguinte de análise das alternativas.

Informações não compreendidas pelo consumidor

Um problema identificado é que os consumidores não compreendem as informações disponíveis no produto, especialmente na etiqueta. Por exemplo, os consumidores podem confundir potência (W) e luminescência (l) ("uma lâmpada com mais W de potência ilumina mais") ou a eficácia luminosa de lâmpadas de luz amarela e as de luz branca ("a luz branca é mais eficiente que a amarela"). Há relatos de que essa confusão também aconteceria entre os vendedores de lâmpadas.

Um motivo pelo qual esse problema ocorre é a falta de informação sobre a medida de eficiência energética de lâmpadas LED, a eficácia luminosa. A consequência é a não utilização da eficácia luminosa, mas a cor (branca ou amarela) ou a potência como critério de compra.

Como a cor branca ou amarela não possui relação com o consumo de energia da lâmpada, a compra de lâmpadas brancas ou amarelas não produz efeitos no objetivo do regulamento, mas usar a potência (W) como critério de compra pode estimular o consumo de produtos energeticamente menos eficientes.

Além de informações essenciais nos produtos e nas embalagens, alguns regulamentos exigem informações adicionais em QR Codes, como a China (China Energy Label - CEL) e a União Europeia, como forma de esclarecer mais os consumidores.

Figura 11: Etiqueta de Classificação de eficiência energética da China.



Fonte: <https://www.china-certification.com/en/cel-new-layout-with-qr-code-for-the-china-energy-label-effective/>

c) Falhas no controle pré-mercado

Outro fator que contribui para o problema de baixo desempenho das lâmpadas LED reguladas são falhas nos controles pré-mercado (certificação de produtos). Existem indícios de falhas em diversas etapas de controle pré mercado de lâmpadas LED no mercado.

Plano de ensaios pouco rigoroso

O sistema de avaliação da conformidade por certificação que dá suporte à regulamentação é composto por organismos de certificação de produtos (OCP) e laboratórios responsáveis pelos ensaios. Ele foi desenhado para avaliar apenas 1 de 5 modelos de uma família e com um plano de ensaios de manutenção anual intervalada que cobre todos os ensaios em 3 anos, como na Figura 12. A recertificação é exigida a cada 4 anos.

Figura 12: Tabelas de ensaios previstos pelo regulamento de lâmpadas LED.

Tabela 5 – Ensaios de manutenção para eficiência energética

Item do RTQ	Ensaios, medições e inspeções	Ano 1	Ano 2	Ano 3
3.1.1	Potência da lâmpada	x	x	x

Item do RTQ	Ensaios, medições e inspeções	Ano 1	Ano 2	Ano 3
3.1.2	Fator de Potência	x	x	x
3.1.2	Limite de Harmônicas	x	x	x
3.1.3	Fluxo Luminoso	x	x	x
3.1.4	Temperatura de Cor Correlata (TCC)	x	x	x
3.1.5	Índice de Reprodução de Cores (IRC)	x	x	x
3.1.6	Eficiência	x	x	x
3.1.7	Fluxo luminoso para equivalência	x	x	x
3.1.8	Distribuição Luminosa			x
3.1.9	Valor da intensidade luminosa de pico			x
3.1.10	Ângulo do Facho Luminoso			x
3.1.11	Manutenção do Fluxo Luminoso e definição da vida nominal (Opção 01 ou Opção 02)		x	
3.1.12	Ciclo térmico e Comutação		x	

Tabela 6 – Ensaios de manutenção para segurança

Item do RTQ	Ensaios, medições e inspeções	Ano 1	Ano 2	Ano 3
3.3	Marcação	x	x	x
3.2.2	Intercambialidade da base	x		
3.2.3	Proteção contra contato acidental com partes vivas	x		
3.2.4	Compatibilidade Eletromagnética	x		
3.2.5	Resistência de Isolação e Rigidez Dielétrica após exposição à umidade		x	
3.2.6	Resistência a Torção		x	
3.2.7	Resistência ao aquecimento			x
3.2.8	Resistência à chama e à ignição			x

Fonte: Portaria Inmetro nº 69/2022.

A existência de produtos com baixo desempenho no mercado indica que esse plano de ensaios pode não ser suficiente para identificar os produtos não conformes.

Prática de “amostras douradas”

Foi relatado pelas partes interessadas que a maioria das certificações escolhidas pelos fornecedores segue o esquema tipo 5 de certificação e que os organismos de certificação não identificam não conformidades nos ensaios iniciais e nem de manutenção. A falha pode ocorrer por

que os produtos recolhidos para ensaios iniciais e manutenção pelo OCP são selecionados na área de expedição da fábrica, que estão na China, considerada como comércio “desde que o produto já esteja na embalagem final de venda ao consumidor, em condições de ter a nota fiscal emitida”, como prevê o item 6.3.2.2.1.1 do Regulamento Geral de Certificação de Produtos (RGCP). O mercado de lâmpadas de LED tem 100% da produção na China, os procedimentos de avaliação da conformidade são realizados por organismos certificadores nas fábricas chinesas e reconhecidos como válidos por seus pares brasileiros. Durante a entrevista com as partes interessadas foi relatado que não é feita coleta de produtos no mercado brasileiro para os ensaios de manutenção.

Esse desenho de controle diminui os custos de ensaios para o fornecedor regulado, mas aumenta as chances de uso de “golden sample” (amostra dourada), quando produto aprovado nos ensaios inicial e de manutenção das auditorias de certificação é de melhor qualidade do que aqueles oferecidos de fato no mercado brasileiro.

O certificado emitido pelos OCP tem validade de 4 anos e durante esse tempo devem passar por 3 ensaios de manutenções conforme regulamento atual. Dados informados pela ABRAC (Associação Brasileira de Avaliação da Conformidade), demonstram que um grupo de cinco organismos de certificação (OCP) tem em média 36,56% de certificados e fazem os ensaios de manutenção do segundo ano (2ª manutenção), ou seja, quase dois terços dos certificados não chegam a completar o 2º ano de manutenção. Podem estar no mercado irregulares ou, o que é mais provável, venderam todo o seu estoque de produtos registrados e preferiram certificar e registrar novamente o produto do que submeter o produto que está sendo comercializado no mercado aos ensaios da 2ª manutenção, em que se inclui o teste de manutenção de fluxo luminoso (vida útil).

Produtos não conformes encontrados no mercado brasileiro e aprovados em um processo de certificação podem provocar a perda na confiança do sistema de acreditação e prejudicar todo o mercado nacional, pois a sociedade brasileira confia na marca do Inmetro como o órgão responsável pela acreditação e supervisão dos requisitos técnicos e de segurança dos produtos, uma vez que os produtos possuem o selo da avaliação da conformidade estampados nas embalagens com as marcas do Inmetro e do OCP responsável.

Informações de registro sujeitas a erros

Outra falha no controle pré mercado está no gerenciamento do registro de produtos do Inmetro. Observamos falhas no cadastro de informações no sistema de registro para lâmpadas de LED, demonstrando fragilidade no controle das informações inseridas pelos solicitantes de registro e dificultando as sanções administrativas em caso de irregularidades, como previsto na Portaria Inmetro nº 258/2020. Por exemplo, quando se analisa a distribuição de modelos incluídos em registros ativos no Inmetro que declararam eficácia luminosa (figura 6), observa-se que as eficiências energéticas se distribuem entre valores de eficiência que vão de 0 e 900, ou seja, uma faixa muito diversa e com erros de cadastro. A causa dessa inconsistência deve-se ao fato dessas informações serem autodeclaradas pelos fornecedores e não são corrigidas por eles nem pelo Inmetro. Essa prática também dificulta às partes interessadas a avaliação do status dos produtos registrados no Inmetro e pode prejudicar outras políticas públicas em eficiência energética, como o Procel.

d) Falhas no controle de mercado.

O problema de baixo desempenho das lâmpadas LED reguladas também é provocado por falhas nos controles de mercado (fiscalização formal e fiscalização técnica).

Fiscalizações técnicas onerosas e pouco frequentes.

A vigilância de mercado do Inmetro é composta por dois mecanismos de fiscalização: o primeiro e mais tradicional é a fiscalização formal dos produtos, realizada no comércio, onde o fiscal verifica visualmente as informações (aspectos formais) contidos nas embalagens e nos produtos e o uso de selos ou etiquetas. O segundo mecanismo é a fiscalização técnica, realizada em laboratório, para verificar se o produto comercializado atende aos requisitos técnicos descritos nos regulamentos. A fiscalização técnica necessita de tempo maior para sua execução e um orçamento bem maior se comparado a fiscalização formal. Para realizar a atividade de fiscalização técnica para lâmpadas LED, os produtos são coletados no comércio e enviados aos laboratórios acreditados para realizarem ensaios com intuito de verificar se estão atendendo os requisitos obrigatórios. O Inmetro não possui laboratório próprio para fiscalização técnica de lâmpadas LED. Por isso, necessita ter uma logística prévia e a contratação dos ensaios junto aos laboratórios acreditados. Foram realizadas 2 fiscalizações técnicas (em 2018 e 2019) em quase 10 anos de regulamento em vigor.

Fiscalizações formais insuficientes

A fiscalização formal mostra-se insuficiente para cobrir o mercado. O volume de importações em 2022 indica quase 240 milhões de lâmpadas LED entrando no mercado nacional, mas apenas aproximadamente 380 mil produtos fiscalizados (0,16%). O índice de irregularidade das fiscalizações formais foi em média de 5,99% entre 2020 e 2022.

Tabela 5: Dados de fiscalizações formais de lâmpadas LED entre 2020 e 2022 obtidos no Sistema de Gestão Integrada do Inmetro (SGI/Inmetro).

Ano	Nº de Ações de Fiscalização	Nº de Unidades de produtos fiscalizados	Quantidade e aprovada	Quantidade Coletada	Reprovada	Apreendida	Interditada	Total	% irregular
2020	3.748	241.690	231.699	67	2.554	7.370	-	9.924	4,11%
2021	6.598	474.609	420.060	139	20.921	5.183	28.416	54.520	11,49%
2022	6.844	379.530	363.184	72	138	1.041	16	1.195	0,31%
total	17.190	1.095.829	1.014.943	278	23.613	13.594	28.432	65.639	5,99%

Fonte: os autores.

Sanções ineficazes.

As fiscalizações também apresentam consequências ineficazes para reduzir o problema. Nos casos de irregularidades, os órgãos delegados ao Inmetro providenciam a abertura de processos administrativos para a aplicação de sanções previstas na Lei nº 9933/1999 e nº 12.545/2011. As sanções devem ocorrer de modo célere para impedir, nos casos de produtos que ponham em risco a

sociedade ou que haja práticas enganosas de comércio, a comercialização desses produtos irregulares. As sanções aplicadas pela fiscalização formal foram a advertência, a multa, a interdição e a apreensão.

A Portaria Inmetro nº 258/2020 prevê a penalidade de cancelamento do registro, insumo ou serviço “mediante instauração de processo administrativo” (Art. 13) em pelo menos uma das seguintes possibilidades:

- “I – Evidenciação de falha irreversível no projeto do produto ou insumo que provoque riscos à segurança ou à saúde do consumidor ou do usuário ou ao meio ambiente;
- II – A oferta do produto, insumo ou serviço estiver em desacordo com a legislação vigente;
- III – Banimento do produto ou insumo do mercado nacional.”

Não foram identificados suspensão ou cancelamento de registros motivados pela fiscalização formal nem pela fiscalização técnica.

As anuências de importação são realizadas automaticamente e sem as verificações por amostragem quando o produto chega ao Brasil. Também não foram identificadas consequências, como por exemplo aumento de restrições ou sinalização de alertas, na anuência de importações para produtos ou para fornecedores de produtos que tenham apresentado irregularidades nas fiscalizações.

Em resumo, atualmente o controle de mercado é incapaz de coibir o comportamento de fornecedores de lâmpadas LED com baixo desempenho.

3.2 Fornecimento de novas fontes de iluminação LED não previstas no regulamento atual

O regulamento de LEDs explicita o escopo de produtos que devem ser submetidos às regras no Art. 4º:

Art. 4º A lâmpada LED com dispositivo de controle integrado à base, objeto deste Regulamento, deverá ser fabricada, importada, distribuída e comercializada de forma a não oferecer riscos que comprometam a segurança do usuário ou causem perigo para os arredores, independentemente do atendimento integral aos requisitos ora publicados.

§1º Aplica-se o presente Regulamento às:

I - lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base ou corpo constituindo uma peça única, não destacável, sendo destinadas para operação em rede de distribuição de corrente alternada de 60 Hz, para tensões nominais de 127 V e/ou 220 V, ou faixas de tensão que as englobem ou de corrente contínua (DC ou CC), previstas para uso doméstico e similar, tendo:

- a) potência nominal até 60 W;
- b) tensão nominal maior que 50 V e até 250 V (CA) com bases da lâmpada de acordo com ABNT NBR IEC 62560:2013 (B15d, B22d, E11, E12, E14, E17, E27, G5, G9, G13, GU10, GZ10); (Retificação publicada no DOU de 17 de março de 2022)
- c) tensão nominal até 50 V (CC ou CA) com bases G4, GU4, GY4, GX5.3, GU5.3, G6.35, GY6.35, G53, GU7, G5, G5.3 e G13; e

II - lâmpada LED tubular, também conhecida como tubo LED, com o dispositivo de controle incorporado, que substituem as lâmpadas fluorescentes tubulares de dimensões de acordo com NBR IEC 60081 e base G5, G13 ou R17DC.

§2º Encontram-se excluídos do cumprimento das disposições previstas neste Regulamento:

- I - lâmpadas com LED coloridos, com lentes coloridas, que emitem luz colorida;
- II - lâmpadas LED RGB (Red, Green and Blue), que possuem invólucro coloridos e decorativas, e emitem luz colorida;

- III - lâmpadas LED com dispositivo de controle incorporado que produzam intencionalmente luz colorida; e
- IV - lâmpadas OLED (Organic Light Emitting Diode).

As lâmpadas LED atualmente cobertas pelo regulamento são vistas na figura abaixo.

Figura 13: Lâmpadas cobertas pelo escopo do regulamento de lâmpadas LED.



Fontes: sites de comercio eletrônico (Magalu, Mercado livre, Americanas e Amazon)

Após o primeiro regulamento do Inmetro, publicado em 2014, a tecnologia de lâmpadas LEDs evoluiu e possibilitou a oferta de novos dispositivos LED consumidores de energia e com a mesma finalidade, concorrendo com produtos regulados. Infelizmente o regulamento atual não consegue acompanhar as evoluções tecnológicas, necessitando de uma revisão para absorver esta enorme variedade de produtos oferecidos no mercado.

Em consequência, algumas lâmpadas que deveriam se submeter ao regulamento, ou seja, à certificação compulsória e apresentar uma etiqueta de eficiência energética e de segurança elétrica ao consumidor, são fornecidas no mercado brasileiro sem as mesmas exigências de regulação que os demais concorrentes, podem oferecer preços mais baixos e competir com condições mais vantajosas e injustas para os demais concorrentes.

Há evidências de novos produtos no mercado, fora do escopo do regulamento, que são concorrentes relevantes das LED bulbo e tubular pois são vendidos nos mesmos estabelecimentos comerciais do varejo e concorrem em preço e finalidade (uso doméstico e similar) com as lâmpadas LED reguladas. Por exemplo, os painéis LED servem para iluminar áreas internas de imóveis residenciais e comerciais ou os refletores LED utilizados para áreas externas de apartamentos, casas e edifícios.

Figura 14: Fontes luminosas de LED não cobertas pelo regulamento.



Fontes: sites de comercio eletrônico (Magalu, Mercado livre, Americanas e Amazon)

Há evidências de produtos oferecidos no mercado cujas variações de características não foram previstas no escopo do regulamento, como por exemplo, lâmpadas LED em formato anel ou pétala.

Figura 15: Lâmpadas LED com características não previstas pelo regulamento.



Fontes: sites de comercio eletrônico (Magalu, Mercado livre, Americanas e Amazon)

Há evidências de que lâmpadas LED excluídas do escopo do regulamento, como por exemplo as LED decorativas, com potência nominal maior que 60W ou declaradas industriais, concorrem com as lâmpadas reguladas.

Figura 16: Lâmpadas LED com características não cobertas pelo regulamento.



Fontes: sites de comercio eletrônico (Magalu, Mercado livre, Americanas e Amazon)

Há evidências de lâmpadas multifuncionais ou smart LEDs que oferecem a função de iluminação LED junto com outra função como controle de seleção de cor, caixas de som, câmeras de vídeo e integração por rede WI-FI ou bluetooth, entre outros.

Figura 17: Lâmpadas LED com outras funcionalidades além de iluminação.



Fontes: sites de comercio eletrônico (Magalu, Mercado livre, Americanas e Amazon)

Não há evidências de que essas lâmpadas e fontes de iluminação LED atendam aos requisitos técnicos de segurança ou de desempenho previstos nas normas internacionais ou nacionais. Não há evidências sobre a porcentagem da participação no mercado dessas lâmpadas e fontes de iluminação

LED fora do escopo da regulação, mas a facilidade com que são encontrados nos sites de comércio eletrônico indicam que podem ser significativos.

3.2.1 Normas técnicas desatualizadas

Verificamos no regulamento possuem algumas normas técnicas desatualizadas que precisam ser analisadas em cada caso para verificar se há necessidade de atualizações, na tabela abaixo são listadas as normas do regulamento atual e seu status:

Figura 18: Lista de normas do regulamento atual.

Norma	Descrição	Status
ABNT NBR IEC 62560:2013	Lâmpadas LED com dispositivo de controle incorporado para serviços de iluminação geral para tensão > 50 V - Especificações de segurança.	Desatualizada, existe uma nova versão de 2021
CISPR 15:2013	Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment.	Desatualizada, existe uma nova versão CISPR 15:2018
IESNA LM-79-08	Optical And Electrical Measurements Of Solid-State Lighting Products.	Desatualizada, existe uma nova versão IES LM-79-19
IEC-TR 62380:2004	Reliability data handbook - Universal model for reliability prediction of electronics components, PCBs and equipment	Em vigor
IESNA LM-80-08	Measuring lumen Maintenance of LED Light Resources	Em vigor
IEC 61000-3-2:2018	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-2: Limits - Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase).	Houve uma atualização em 2020.
IEC/TR 61341:2010	Method of measurement of centre beam intensity and beam angle(s) of reflector lamps	Em Vigor
ABNT NBR IEC 60081:1997	Lâmpadas Fluorescentes Tubulares para iluminação geral	Em Vigor
ABNT NBR IEC 60061-1:1998	Bases de lâmpadas, porta-lâmpadas, bem como gabaritos para o controle de intercambialidade e segurança - Parte 1: Bases de lâmpadas	Em Vigor

Fontes: ABNT coleção.

Ao consultar as normas técnicas da ABNT utilizadas no regulamento atual, verificamos que a norma ABNT NBR IEC 62560:2013 teve uma atualização em 2021 e as normas (ABNT NBR IEC 62612:2022 - Lâmpadas LED com dispositivo de controle incorporado para serviços de iluminação geral com tensões de alimentação > 50 V - Requisitos de desempenho) e (ABNT NBR IEC 62504:2021, Iluminação geral - LED e módulos de LED - Termos e definições) não estão previstas na regulamentação atual. Os requisitos atuais precisam ser reavaliados para que se verifique se eles contribuem para o alcance dos objetivos propostos pelo regulamento.

4 PARTES AFETADAS

Ao longo do texto foram mencionadas as partes afetadas identificadas e sua relação com as causas ou consequências dos problemas identificados. Resumidamente:

- **Consumidores residenciais:** A assimetria de informação sobre o desempenho das lâmpadas

LED induz os consumidores residenciais a comprar produtos regulados mais baratos e ou menos eficientes ou menos duradouros, podendo estimular a aquisição de LFC etiquetadas e menos eficientes que LEDs ou novos produtos LED para iluminação sem etiqueta ENCE mais baratos ou e menos eficientes ou menos duradouros. A oferta de produtos de iluminação concorrentes com e sem etiquetas, com e sem classificação reduz a confiança do consumidor e do cidadão no governo e nos programas de conservação de energia. O uso de produtos menos eficientes e a substituição mais frequente de produtos menos duráveis provocam prejuízos financeiros ao consumidor com aumento dos gastos com a conta de energia elétrica e compras de lâmpadas de substituição antecipadas. Os consumidores podem também estar expostos a riscos de segurança provenientes de produtos que não estão no escopo da regulamentação e que, portanto, não passaram por uma atestação da conformidade.

- **Sociedade e meio ambiente:** A compra de produtos de baixo desempenho, regulados ou não, estimula seu descarte frequente e não racionaliza o consumo de energia e o uso de recursos naturais.
- **Fornecedores (fabricantes e importadores):** Os fornecedores de lâmpadas fluorescentes compactas com etiquetas de classificação de EE, declaradas como A, concorrem com vantagem sobre as lâmpadas LED reguladas, uma vez que o consumidor não consegue perceber que são produtos com níveis de consumo diferentes. Da mesma forma os fornecedores de novos produtos LED para iluminação não cobertos pelo regulamento concorrem com vantagem sobre as lâmpadas LED reguladas, uma vez que não agregam o custo da certificação ao preço do produto. Os fornecedores de lâmpadas LED reguladas, em desvantagem competitiva, contribuem com o problema quando ofertam produtos de baixo desempenho em eficiência energética ou vida útil menor que a declarada.
- **Outros órgãos de governo:** As políticas públicas do Procel e do MME, associadas ao PBE e a este regulamento, sofrem como efeito a perda de confiança da população.
- **Organismos de Avaliação da Conformidade:** Dentro das possibilidades oferecidas pelo regulamento, organismos contribuem com o problema quando não conseguem avaliar adequadamente os produtos certificados nos ensaios de manutenção do certificado e por consequência não contribuir para um efetivo controle pré-mercado.
- **Inmetro (regulador):** O Inmetro contribui com o problema quando não consegue realizar um controle de mercado efetivo (dificuldades nas fiscalizações e na aplicação de sanções efetivas).

Foram identificadas algumas organizações da sociedade civil, nacionais e internacionais, interessadas em promover melhores regulações de eficiência energética, como o Collaborative Labeling and Appliance Standards Program (CLASP), o Instituto Clima e Sociedade e o International Energy Initiative (IEI/Brasil). Reguladores de produtos de iluminação de países do Mercosul também são partes interessadas, pois seus países podem receber produtos menos eficientes se a regulação brasileira aumentar suas exigências para lâmpadas LED.

5 PARTICIPAÇÃO SOCIAL

Durante essa etapa foram realizadas reuniões com diversas partes afetadas e interessadas na revisão do regulamento. Durante e após as reuniões foram recebidas diversas contribuições.

Tabela 6: Participação social de partes interessadas na etapa de identificação de problemas.

Data		Parte Afetada (A) ou Interessada (I)
17/02/2023 14:00	A	Procel (Programa de Conservação de Energia Elétrica/Eletróbrás)
23/02/2023 11:00	A	IDEC (Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor)
27/02/2023 11:00	A	ABRAC (Associação Brasileira de Avaliação da conformidade)
27/02/2023 15:00	A	Abilux (Associação Brasileira da Indústria de Iluminação)
03/03/2023 14:00	A	Abilumi (Associação Brasileira de Fabricantes e/ou Importadores de Produtos de Iluminação)
09/03/2023 10:00	A	MME (Ministério de Minas e Energia/Brasil)
10/03/2023 15:00	A	ABRAC
13/03/2023 15:30	I	CLASP
20/03/2023 11:00	I	MIEM/UY (Ministério de Indústria, Energia e Mineração/Uruguai)
22/03/2023 09:30	A	CEPEL (Centro de Pesquisas em Energia Elétrica/Eletróbrás)
24/03/2023 09:00	I	Clima e Sociedade; International Energy Initiative /Brasil
24/03/2023 10:00	A	ABRAC
19/04/2023 10:00	I	CLASP
18/05/2023 10:00	A	Signify (fabricante de produtos)
01/06/2023 10:00	I	Euromonitor (instituto de pesquisas)

Fontes: os autores.

6 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Diante dos problemas identificados pode-se afirmar que o Inmetro pode atuar sobre eles com base no Art.3º, incisos IV, V e VII.

Art. 3o O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), autarquia vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, criado pela Lei no 5.966, de 1973, é competente para: (Redação dada pela Lei nº 12.545, de 2011).

...

IV - exercer poder de polícia administrativa, expedindo regulamentos técnicos nas áreas de avaliação da conformidade de produtos, insumos e serviços, desde que não constituam objeto da competência de outros órgãos ou entidades da administração pública federal, abrangendo os seguintes aspectos: ([Redação dada pela Lei nº 12.545, de 2011](#)).

a) segurança; ([Incluído pela Lei nº 12.545, de 2011](#)).

b) proteção da vida e da saúde humana, animal e vegetal; ([Incluído pela Lei nº 12.545, de 2011](#)).

c) proteção do meio ambiente; e ([Incluído pela Lei nº 12.545, de 2011](#)).

d) prevenção de práticas enganosas de comércio; ([Incluído pela Lei nº 12.545, de 2011](#)).

V - executar, coordenar e supervisionar as atividades de metrologia legal e de avaliação da conformidade compulsória por ele regulamentadas ou exercidas por competência que lhe seja delegada; ([Redação dada pela Lei nº 12.545, de 2011](#)).

...

1. VII - registrar objetos sujeitos a avaliação da conformidade compulsória, no âmbito de sua competência; ([Incluído pela Lei nº 12.545, de 2011](#)).

...

Pode-se afirmar que o Inmetro ultrapassou os limites de sua competência legal no regulamento quando estabeleceu níveis mínimos de eficiência energética no lugar do CGIEE. É recomendado que

a decisão dos níveis mínimos seja compartilhada com o CGIEE na próxima revisão para evitar o risco de insegurança jurídica.

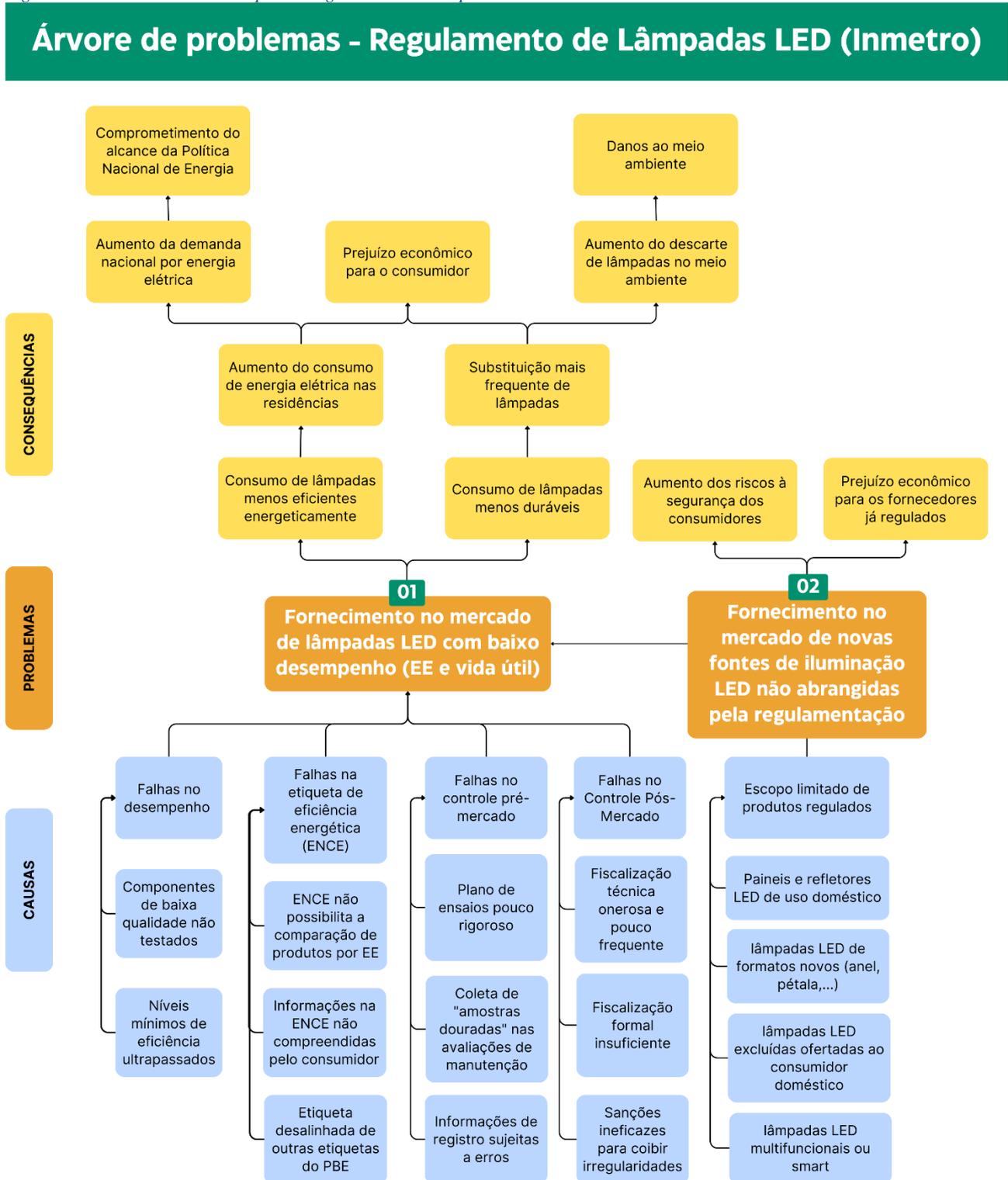
7 CONCLUSÃO DA PARTE 1

Diante do conjunto das informações obtidas e analisadas, foram identificados 2 principais problemas mais relevantes e suas causas, quais sejam.

- **Fornecimento de lâmpadas LED reguladas de baixo desempenho, especialmente em eficiência energética e em vida útil.**
 - **falhas de desempenho:** Lâmpadas LED reguladas ofertadas no mercado com falhas de desempenho especialmente vida útil reduzida e níveis de eficiência energética ultrapassados;
 - **falhas na etiqueta:** uma etiqueta ENCE não classificatória, em desalinhamento com os programas do PBE, que não permite a fácil comparação de eficiência energética com todos os produtos do mercado no ato da compra e induz à compra de produtos menos eficientes energeticamente;
 - **falhas de controle pré-mercado** com plano de ensaios por família (1 modelo em 5) e de manutenção parcial anual com coleta na fábrica, e adoção de ensaios longos ou que não detectam novos tipos de falhas ou riscos nos produtos, como os que reduzem a vida útil.
 - **falhas de controle de mercado** com fiscalizações técnicas não sistemáticas, sanções que não coíbem as irregularidades e adoção de ensaios longos ou que não detectam novos tipos de falhas ou riscos nos produtos, como os que reduzem a vida útil;
- **Fornecimento de novos produtos de iluminação LED não abrangidos pela regulamentação atual.**
 - **escopo insuficiente e desatualizado** para os objetivos do regulamento pois não abrange novas fontes luminosas de LED consumidoras de energia e não prevê características novas das lâmpadas LED. Por consequência, muitos novos produtos consumidores de energia com riscos à segurança não avaliados não estão regulamentados.

Podemos ilustrar os principais problemas, suas causas e consequências, conforme a seguinte árvore de problemas.

Figura 19: Árvore de Problemas para o regulamento de lâmpadas LED do Inmetro.



Fonte: os autores.



Foram identificados outros fatores que contribuem para os problemas no regulamento, mas após a análise foram compreendidos como fatores que não provocariam impactos significativos ao alcance dos objetivos do regulamento ou às partes afetadas pelo problema ou e que poderiam ser tratados pelas alternativas a serem estudadas na próxima etapa do AIR.

Foram recebidas muitas sugestões de melhorias no regulamento e na sua implementação, mas essas sugestões serão tratadas na próxima etapa, a etapa de discussão de alternativas regulatórias.



Parte 2

8 APRESENTAÇÃO DA PARTE 2

Esta é a segunda parte da AIR da Revisão do Regulamento de lâmpadas LED (Portaria Inmetro nº 69/2022).

Nela estão definidos os objetivos da revisão do regulamento, a identificação das alternativas regulatórias baseadas na experiência internacional e a análise das alternativas, baseada em seus resultados e impactos esperados. Ao fim é feita a recomendação de uma alternativa e de medidas de monitoramento, implementação, fiscalização e comunicação para assegurar sua efetividade e reduzir riscos.

9 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS

Considerando os problemas, suas causas e consequências, encontrados no regulamento e no mercado de lâmpadas LED brasileiro, pode-se definir os seguintes objetivos da ação regulatória:

Tabela G. Objetivos Gerais e Específicos do Regulamento de lâmpadas LED.

Objetivos Gerais:	Objetivos específicos:
<ul style="list-style-type: none">• Melhorar o desempenho e a segurança de produtos de iluminação LED;	<ul style="list-style-type: none">• Ampliar e atualizar o escopo de produtos abrangidos pelo regulamento;• Atualizar requisitos de desempenho (efeito estroboscópico e cintilação, TCC e vida útil mínima);
<ul style="list-style-type: none">• Melhorar a informação para o consumidor sobre a Eficiência Energética (EE) dos produtos de iluminação LED; e	<ul style="list-style-type: none">• Promover ajustes na ENCE, incluindo classificação de EE e design de barras e cores do PBE;
<ul style="list-style-type: none">• Promover a concorrência justa entre os fornecedores de produtos de iluminação LED.	<ul style="list-style-type: none">• Aumentar a eficácia do controle pré-mercado; e• Aumentar a eficácia do controle de mercado.

Fonte: elaboração própria

Pode-se afirmar ainda que os objetivos regulatórios estão alinhados com o objetivo estratégico nº 3 do Planejamento Estratégico 2021 -2023 do Inmetro: “aumentar a efetividade das ações de supervisão de mercado em seu escopo regulatório”.

Os resultados diretos esperados da ação regulatória são:

- 1) Maior quantidade de produtos mais seguros e mais eficientes fornecidos no mercado;
- 2) Maior informação fornecida sobre o desempenho energético dos produtos; e
- 3) Maior abrangência do regulamento sobre os principais produtos de iluminação LED.

Uma vez obtidos os resultados diretos supracitados, os efeitos indiretos esperados são:

- 1) Aumento do consumo de produtos de iluminação LED mais eficientes;
- 2) Redução do consumo de energia elétrica com iluminação dos ambientes domésticos (e comerciais);
- 3) Redução do descarte de produtos de iluminação LED no meio ambiente;
- 4) Redução dos gastos médios anuais dos brasileiros com reposição de produtos de iluminação LED; e

- 5) Redução de lesões, acidentes e mortes com produtos de iluminação LED.

10 DISCUSSÃO DE MAPEAMENTO INTERNACIONAL

Antes de apresentar as alternativas, é importante discutir alguns aspectos de regulamentações internacionais que ajudam a compreender melhor os problemas que também foram tratados por reguladores de outros países. Foram analisados os regulamentos da União Europeia por serem reconhecidamente os mais avançados atualmente. O regulamento do Energy Star (EUA) foi analisado por ter servido como fonte de base para algumas soluções do regulamento brasileiro nos anos 2010. Os regulamentos de Nigéria e Índia foram analisados por serem de países em desenvolvimento com iniciativas de revisão recente. Os países do Mercosul foram analisados pelo interesse de integração de soluções com o bloco e suas recentes revisões. Outros regulamentos foram cogitados, como Japão e Austrália, mas foram desestimulados por parceiros por não apresentarem soluções muito diferentes dos demais. A China foi incluída, mas poucas informações foram obtidas.

Escopo em regulamentos de outros países

Regulamentos de outros países pesquisados possuem um escopo mais amplo que o do regulamento brasileiro. As atualizações tecnológicas de iluminação têm provocado um domínio crescente da tecnologia LED sobre as demais tecnologias (descarga de alta intensidade - HID, incandescentes, fluorescentes e halógenas). A tecnologia LED também ampliou os formatos dos dispositivos de iluminação de uso geral: além de lâmpadas em formato de bulbo e tubo, existem, por exemplo, luminárias, plafons, projetores e fitas.

A primeira geração de regulamentos para iluminação LED de uso geral foi elaborada no começo dos anos 2010. O foco foi dado às lâmpadas em formato de bulbo e tubo em diversos países. No início dos anos 2020, uma nova geração de regulamentos começou a ser elaborada.

Seguem abaixo alguns exemplos de regulamentações praticadas nos países.

- Índia, Argentina e Uruguai, por exemplo, adotaram, nos anos 2010, uma abordagem de regulamentos para iluminação LED com escopo restrito a lâmpadas LED bulbo e tubo e nas revisões, atualmente em curso nesses países, manteve-se esse escopo.

- A Nigéria recentemente adotou uma abordagem neutra de tecnologia proposta pelo Programa United for Efficiency (U4E) da Organização das Nações Unidas (ONU), com um regulamento para as lâmpadas LEDs, fluorescentes compactas, halógenas e incandescentes e outro regulamento para luminárias.

- Os Estados Unidos não possuem um regulamento compulsório para iluminação de uso geral, mas o Energy Star, programa voluntário amplamente adotado no país, inclui, além das lâmpadas LED bulbo e tubo, as LFCs e as luminárias.

- A União Europeia possui a abordagem de escopo mais abrangente: lâmpadas, luminárias ou outros dispositivos de quaisquer tecnologias (LEDs, fluorescentes, halógenas, ...), em quaisquer formatos, ligadas ou não à rede elétrica (com bateria ou placas fotoelétricas). O esforço para incluir diferentes tecnologias em um regulamento implica identificar requisitos gerais que sejam comuns a

todos e fazer ajustes dos parâmetros para os casos específicos. Isso torna o regulamento europeu mais abrangente, porém mais complexo de se compreender e aplicar.

Novos requisitos técnicos para manter os objetivos de segurança e eficiência energética

Considerando os atuais requisitos de segurança das lâmpadas atualmente reguladas, não houve mudanças tecnológicas significativas. Os 8 requisitos de segurança e os 12 de desempenho continuam a ser requisitos necessários para caracterizar a segurança e o desempenho para uma lâmpada LED de qualidade, segundo as melhores normas técnicas internacionais. Foi identificado um novo conjunto de requisitos referentes ao comportamento de cintilação e efeito estroboscópico, tecnicamente denominados SVM (efeito estroboscópico) e PstLM (efeito *flicker* ou cintilação) que atendem aos riscos à saúde para usuários sensíveis a esses efeitos, imperceptíveis a olho nu, mas que podem provocar náuseas, cefaleias e tontura em pessoas pertencentes ao espectro autista ou portadores de epilepsia¹³. Esses requisitos são exigidos pelos regulamentos de iluminação da União Europeia, Estados Unidos, Nigéria e recomendados pela U4E/ONU e pelo Uruguai. As normas técnicas utilizadas são IEC TR 61547-1 e IEC TR 63158.

Sobre o requisito de vida útil do produto, no regulamento brasileiro são considerados como valor mínimo de 15 mil horas para lâmpadas decorativas e 25 mil para as demais, mostra-se muito rigoroso comparado às exigências de outros países. Não há exigências de vida útil mínima em nenhum deles, apenas no Brasil. Entretanto o regulamento da UE, atualmente mais avançado em requisitos de iluminação, prevê que requisitos de vida útil¹⁴ devem ser avaliados na próxima revisão. Na hipótese de uso contínuo da lâmpada 24h por dia, 365 dias por ano, a duração de 15 mil horas corresponderia a pouco mais de 1 ano e 8 meses e a de 25 mil a pouco mais de 2 anos e 10 meses. Entretanto, o caso de uso contínuo, sem desligar, é excepcional para a maioria dos casos de uso doméstico. Um uso esperado de 6 horas por dia resultaria em aproximadamente 11 anos de duração para uma lâmpada de 25 mil horas; aproximadamente 7 anos para uma de 15 mil horas. Mesmo sem exigir vida útil mínima, todos os regulamentos dos países estudados exigem a declaração de vida útil na embalagem e exigem que sejam realizados os ensaios de vida útil que garantem pelo menos 15 mil horas. Há estudos sendo realizados para reduzir o tempo do ensaio de vida útil para 1000 horas ou 1500 horas, mas ainda não foram devidamente reconhecidos pela comunidade científica nem pelos órgãos normalizadores ainda.

Etiqueta de eficiência energética

Há aproximadamente 70% do mercado global (60 países) desenvolvendo e implementando novos regulamentos em iluminação¹⁵. China e Estados Unidos anunciaram medidas de eficiência energética mais avançadas para iluminação, mas não se apresentaram. A União Europeia possui

¹³ Himani Goyal Sharma; Impact of adverse effect of LED on biological health. AIP Conf. Proc. 15 June 2023; 2782 (1): 020038. <https://doi.org/10.1063/5.0154507>

¹⁴ Regulamento (UE) 2019/2020 da Comissão, de 1 de outubro de 2019, art. 9º. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32019R2020>

¹⁵ Apresentação “Melhores práticas internacionais e os impactos sobre o setor elétrico e os consumidores”, da CLASP, em 12/09/2023, no Workshop “Avanço da Eficiência Energética no Setor de Iluminação – Brasil”, no CEPTEL, Rio de Janeiro/RJ.

atualmente as faixas de classificação mais rigorosas e elevadas em distribuições de 85 a 210 lm/W com 7 faixas, de A a G. Implementada em 2021, o mercado de produtos LED registrados na UE concentra-se entre as faixas D e G do atual regulamento.

Outras faixas de classificação de eficiência energética encontradas foram de 105 a 185 lm/W com 5 faixas (Nigéria), de 80 a 140 lm/W com 5 faixas (U4E), de 79 a 135 lm/W com 5 faixas (Índia) e de 6 a 120 lm/W com 7 faixas (Argentina e Uruguai). Considerando que as lâmpadas reguladas no Brasil se concentram em eficiências declaradas de 80, 90 e 100 lm/W, as opções de distribuição da UE, U4E, Nigéria e Índia posicionaram a maioria das lâmpadas reguladas no Brasil nas suas faixas inferiores, consequentemente atendendo às expectativas de que a etiqueta permita estimular a competição em termos de eficiência entre os fornecedores.

Outro aspecto da etiqueta diz respeito às informações adicionais. Além da informação de eficiência energética do produto em lm/W, as etiquetas da União Europeia e da Nigéria trazem informações de consumo anual em kWh (kilowatt-hora) por 1000 horas. As etiquetas na UE e na Nigéria também acrescentam um QR Code com uma ligação com a parte pública do registro daquele produto no site do regulador. Essa opção pode facilitar o trabalho do fiscal de campo e a fiscalização formal de marcações.

Controle Pré-Mercado

Todos eles exigem que os produtos de iluminação LED sejam registrados pelo regulador como medida prévia à comercialização. Predomina na experiência internacional o controle pré-mercado por declaração do fornecedor. Nesse modelo de avaliação da conformidade o próprio fornecedor é responsável por registrar seu produto com as informações exigidas para comercialização e por apresentar, quando exigido pelo fiscal, a demonstração de adequação sob forma de relatórios de ensaios por laboratórios acreditados. Esse é o modelo adotado pela União Europeia, Estados Unidos, Nigéria, Índia e Argentina. Nesses países a certificação por um organismo é opcional.

O Brasil exige a certificação modelo tipo 5 e o Uruguai exige a certificação por meio do modelo tipo 2. A certificação por um organismo acrescenta um nível de controle entre o fornecedor e os laboratórios. Na certificação por meio do esquema tipo 5, é exigida uma auditoria no Sistema de Gestão da Qualidade para garantir que o processo produtivo daquela fábrica é capaz de produzir o produto projetado. O esquema tipo 2 não faz essa exigência. Os esquemas tipo 2 e 5 exigem também ensaios de manutenção, ou seja, que sejam repetidos os ensaios iniciais com produtos comercializados.

O Uruguai não possui uma rede de laboratórios disponível para efetuar os ensaios e os regulados precisam recorrer a laboratórios na Argentina ou no Brasil. O Brasil possui uma rede de laboratórios disponíveis para ensaios de equipamentos LED e não precisa recorrer a ensaios no exterior, facilitando também o controle de mercado.

Controle de Mercado

A pesquisa em práticas internacionais identificou nos regulamentos diferentes práticas entre os reguladores estudados. Alguns reguladores, como União Europeia, Índia e Nigéria, publicam procedimentos de verificação para fins de fiscalização técnica, mostrando que esse tipo de

fiscalização é importante para efetividade do regulamento. Baseada em uma recomendação da U4E, a Nigéria adota, por exemplo, um procedimento que ordena uma sequência de ensaios para identificar as falhas mais relevantes primeiro. Ela também apresenta para os requisitos exigidos um conjunto de procedimentos de ensaio distinto para avaliação da conformidade e para fiscalização, com parâmetros de amostragem e tolerância diferentes. A Índia¹⁶ apresenta um conjunto de procedimentos para imputar os custos de ensaios de controle de mercado aos denunciadores ou aos fornecedores de produtos irregulares. EUA¹⁷, Japão e outros países exigem que sejam informados ao regulador as quantidades de produtos ofertados pelos fornecedores e seus preços médios.

11 DESCRIÇÃO DAS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE AÇÃO.

Esta parte do estudo irá descrever as alternativas regulatórias, ou seja, quais alternativas de ação do Inmetro podem minimizar ou resolver os problemas encontrados.

Como existem vários problemas identificados e interdependentes, pode-se considerar que as alternativas sejam compostas por um conjunto de elementos de ação regulatória, ou seja, um conjunto de elementos que combinados reformulam o sistema regulatório.

Além das alternativas de ação, a primeira alternativa considerada é a não-ação, ou seja, a não alteração do regulamento e consequente manutenção do estado atual do regulamento e do mercado. Nesse caso, são identificados e analisados os impactos caso o regulamento de lâmpadas LED se mantenha como está.

Seguindo as boas práticas internacionais, o estudo irá buscar ser conciso, identificando o mínimo de alternativas o mais distintas possível.

Apresentação das alternativas

11.1.1 Alternativa 1 (Não-ação)

Nessa alternativa, consideram-se mantidas as principais características do atual regulamento para lâmpadas LED:

- Mantém-se o escopo atual do regulamento, restrito às lâmpadas LED de bulbo e tubo.
- Mantém-se a ENCE atual não classificatória, em que são disponibilizadas apenas as informações de potência (W, watts), fluxo luminoso (lm, lúmens) e eficácia luminosa (lm/W, lúmens por watts).
- São mantidos os requisitos vigentes para as lâmpadas LED, que incluem 12 requisitos de desempenho, 8 requisitos de segurança e 18 requisitos de marcação.

¹⁶

https://beestarlabel.com/Content/Notification/LED/LED_Notification_No_BEES_LLED522017_18_dated_28th_December_%202017.pdf. 11. Verification by Bureau.

¹⁷ <https://www.energystar.gov/sites/default/files/ENERGY%20STAR%20Lamps%20V2.1%20Final%20Specification.pdf>. 7 - Providing Information to EPA.

- O número mínimo de horas para a manutenção do fluxo luminoso (requisito de vida útil) permanece de 15.000 h para lâmpadas decorativas e de 25.000 h para as demais lâmpadas.
- Faixas de Temperatura de Cor Correlata (TCC) variando entre 2700 K (luz branca “morna”) e 6500 K (luz branca “fria”).
- O atendimento às normas ABNT NBR IEC 62560:2013 e CISPR 15:2013 presume a conformidade das lâmpadas LED aos requisitos técnicos de segurança.
- São mantidas as condições de controle pré-mercado, incluindo os requisitos de avaliação da conformidade vigentes para lâmpadas LED:
 - Certificação dos produtos pelos esquemas tipos 5 ou 1b, a critério do fornecedor solicitante da certificação, com validade de 4 anos;
 - Certificação por família de produtos, caracterizada pelo conjunto de modelos fabricados em uma mesma unidade fabril, de mesma tecnologia de LED (*dual in line*, SMD, COB, S-COB, *high power*, *mid power* etc.), de mesma vida útil declarada, e de mesmo tipo de lâmpada (omnidirecionais, direcionais, decorativas ou tubulares);
 - Plano de ensaios flexível (um ensaio inicial completo e 3 ensaios de manutenção parciais anuais); e
 - Coleta de amostras permitida na área de expedição da fábrica, conforme permitido pelo Regulamento Geral de Certificação de Produtos (RGCP - Portaria Inmetro nº 200/2021).
 - As lâmpadas certificadas continuam classificadas como de nível de risco III e, por esse motivo, sujeitas ao procedimento de registro completo em até 55 dias e ao de anuência de importação em até 30 dias.
- São mantidas as ações de fiscalização vigentes, focadas na fiscalização formal. A fiscalização técnica do requisito de vida útil permanece sendo feita a cada 4 anos, submetendo as amostras a todos os ensaios previstos no RAC. São mantidas também as políticas vigentes de sanção (advertência, interdição, apreensão e multa).

Mantendo-se o regulamento atual, é prevista apenas a exclusão dos níveis mínimos de eficiência energética, uma medida de correção, visto que o impacto dessa medida é baixo e não há amparo legal para o estabelecimento de índices mínimos de eficiência energética pelo Inmetro, sendo essa competência atribuída ao CGIEE.

11.1.2 Alternativa 2:

a) Ampliar o escopo para mais lâmpadas LED:

O escopo será definido de forma a abranger mais lâmpadas LED de uso geral. Assim não haverá mais a limitação por potência (até 60W), mas por fluxo luminoso. Não haverá distinção para lâmpadas decorativas. Lâmpadas que emitem luz branca, mesmo que emitam luz de outras cores, como as “lâmpadas inteligentes” ou com temperatura de cor correlatas (TCC) controláveis (podem emitir luz “morna” ou “fria”), estão incluídas. Lâmpadas com Temperaturas de Cor Correlatas (TCC) para faixas mais baixas que 2700K (conhecidas como “âmbar”) também serão incluídas.

b) Revisar a ENCE de acordo com o modelo europeu, com informações de consumo em KWh em 1.000 h;

Essa alteração significa adotar o design de etiqueta da União Europeia, com as mesmas faixas de classificação coloridas, entre A e G. Serão informados ainda a logomarca do Inmetro e do PBE, marca e modelo do produto, a eficácia luminosa em lm/W, o consumo em kWh por 1000 horas. Além da ENCE, será exigida, na mesma face da embalagem, a aposição do selo de segurança e o selo de desempenho, com informação de número de registro e identificação do organismo que certificou o produto.

c) Incluir requisitos e ensaios de cintilação e efeito estroboscópico;

Serão ensaiados os seguintes requisitos dos produtos e serão considerados conformes, segundo as melhores práticas internacionais, se estiverem dentro dos respectivos limites e condições de teste:

- Perceptibilidade de cintilação de curto prazo (PstLM): $\leq 1,0$ em plena carga e uma entrada de tensão de linha senoidal. Norma de referência: IEC TR 61547-1.

- Visibilidade do efeito estroboscópico (SVM): $\leq 0,4$ em plena carga e entrada de tensão de linha senoidal. Norma de referência: IEC TR 63158.

d) Não exigir o requisito de vida útil mínima;

Essa alternativa exige que todos os produtos LED declarem a vida útil mínima estimada pelo ensaio de manutenção de fluxo luminoso L70. Não há alteração sobre a metodologia de ensaios utilizada no Anexo C da Portaria Inmetro nº 69/2022.

e) Controle de pré-mercado com certificação modelo 1b e modelo 5, passando-se a exigir, para o modelo 5, ensaios anuais de vida útil (manutenção do fluxo luminoso e de ciclo térmico e comutação), com amostras retiradas exclusivamente do comércio brasileiro.

O plano de ensaios dos requisitos de segurança não seria alterado pois não foram encontrados problemas neles. Os requisitos de desempenho mais críticos para eficiência energética, como potência e fluxo luminoso inicial, também não seriam alterados pois eles já são feitos anualmente. Os ensaios de manutenção de fluxo luminoso e de ciclo térmico e comutação são os mais críticos para os problemas encontrados e os mais demorados (acima de 3000 horas, ou 4,5 meses aproximadamente) por isso devem ser feitos anualmente nessa alternativa.

Outro componente dessa alternativa consiste em exigir que as amostras para os ensaios de manutenção sejam retiradas do comércio brasileiro e não da área de expedição da fábrica, como prevê o item 6.2.3.2.1 do Anexo II da Portaria nº 69/2022.

Essa alternativa mantém o modelo de certificação adotado hoje, mas aumenta a frequência dos ensaios de vida útil no plano de ensaios de manutenção e restringe a coleta na amostragem de produtos, para reduzir o risco de comportamentos indesejados.

Mantêm-se as exigências de anuência e de registro para produto de nível de risco III. Exige-se adicionalmente o relatório de ensaio inicial dos produtos da família seja anexado no ato do registro.

f) Controle de mercado do tipo “alarme de incêndio” (sob denúncia fundamentada), com uso de laboratórios acreditados, com custos compartilhados com denunciante:

Além da fiscalização formal de selos e marcações na embalagem e no produto, aplica-se a fiscalização técnica quando houver denúncias fundamentadas, priorizando o uso de laboratórios acreditados, com custos compartilhados com o Inmetro. Caso a denúncia de que um produto apresenta irregularidade técnica seja confirmada em ensaios de contraprova e testemunha, assegurada a ampla defesa e o contraditório, os custos de ensaios foram contratados pelo denunciante. O denunciado sofrerá as sanções cabíveis, inclusive a perda da concessão de registro pelo Inmetro para comercialização e importação. As regras estariam estabelecidas em um procedimento de fiscalização técnica, anexo à Portaria Inmetro, determinando responsabilidades das partes, regras para custeio de terceiros, regras de coleta e amostragem, ensaios em ordem de prioridade, irregularidades previstas e sua respectiva gravidade, entre outros.

Essa alternativa visa aumentar o controle de mercado por meio do uso de laboratórios acreditados para dar suporte à fiscalização técnica dos requisitos, complementando a fiscalização formal de marcações e selos.

11.1.3 Alternativa 3

a) Ampliar o escopo para mais lâmpadas LED e para luminárias LED (indoor e outdoor)

Além das lâmpadas descritas na alternativa 2 (“âmbar”, acima de 60W, inteligentes ou com temperatura de cor variável), estão incluídas nessa alternativa as luminárias LED de uso em ambientes internos ou cobertos (indoor) e as luminárias LED de uso em ambientes externos (outdoor). As luminárias outdoor possuem requisitos de segurança e desempenho adicionais como proteção à umidade e à exposição solar.

b) Revisar a ENCE de acordo com o modelo europeu, com informações de consumo em kWh em 1.000 h e QR Code do registro do produto;

Essa alteração significa adotar o design de etiqueta da União Europeia, com as mesmas faixas de classificação coloridas, entre A e G. Serão informados ainda a logomarca do Inmetro e do PBE, marca e modelo do produto, a eficácia luminosa em lm/W, o consumo em kWh por 1000 horas. Além da ENCE, será exigida, na mesma face da embalagem, a aposição do selo de segurança e o selo de desempenho, com informação de número de registro e identificação do organismo que certificou o produto. Adicionalmente será exigido um QR Code que aponte para a página de registro do produto no site do Inmetro.

c) Incluir requisitos e ensaios de cintilação e efeito estroboscópico;

O mesmo já mencionado na alternativa 2

d) Reduzir para 15.000 h o requisito de vida útil mínima declarada;

Essa alternativa exige que todos os produtos LED desempenhem uma vida útil mínima de 15.000 horas e que declarem a vida útil estimada pelo ensaio de manutenção de fluxo luminoso L70. Não há alteração sobre a metodologia de ensaios utilizada no Anexo C da Portaria Inmetro nº 69/2022.

e) Controle de pré-mercado com certificação modelo 1b e modelo 5, passando-se a exigir, para o modelo 5, ensaios bianuais de vida útil (manutenção do fluxo luminoso e de ciclo térmico e comutação), com amostras retiradas exclusivamente do comércio brasileiro.

O plano de ensaios dos requisitos de segurança não seria alterado pois não foram encontrados problemas neles. Os requisitos de desempenho mais críticos para eficiência energética, como potência e fluxo luminoso inicial, também não seriam alterados pois eles já são feitos anualmente. Os ensaios de manutenção de fluxo luminoso e de ciclo térmico e comutação são os mais críticos para os problemas encontrados e os mais demorados (acima de 3000 horas, ou 4,5 meses aproximadamente) mas continuam a ser feitos bianualmente nessa alternativa.

Outro componente dessa alternativa consiste em exigir que as amostras para os ensaios de manutenção sejam retiradas do comércio brasileiro e não da área de expedição da fábrica, como prevê o item 6.2.3.2.1 do Anexo II da Portaria nº 69/2022.

Essa alternativa mantém o modelo de certificação adotado hoje, mas restringe a coleta na amostragem de produtos, para reduzir o risco de comportamentos indesejados.

Mantêm-se as exigências de anuência e de registro para produto de nível de risco III. Exige-se adicionalmente o relatório de ensaio inicial dos produtos da família seja anexado no ato do registro.

f) Controle de mercado do tipo “patrulhamento” (sob diligências quando houver indícios de irregularidades), com uso de laboratórios acreditados, com custos compartilhados com partes interessadas.

Essa alternativa visa aumentar o controle de mercado por meio do uso de laboratórios acreditados para dar suporte à fiscalização técnica dos requisitos, complementando a fiscalização formal de marcações e selos. Os fiscais do Inmetro e da RBMLQ-I serão acionados para coletar os produtos de maior risco de irregularidade, como, por exemplo, aqueles que apresentam irregularidades na fiscalização formal ou são fornecidos por empresas com histórico de falhas processuais no registro ou anuência, e levá-los aos laboratórios para os ensaios previstos no procedimento de fiscalização técnica. As regras estariam estabelecidas em um procedimento de fiscalização técnica, anexo à Portaria Inmetro, determinando responsabilidades das partes, critérios para justificar as diligências e ensaios, regras para custeio de terceiros, regras de coleta e amostragem, ensaios em ordem de prioridade, irregularidades previstas e sua respectiva gravidade, entre outros.

Os custos da fiscalização técnica seriam compartilhados pelo Inmetro com as partes interessadas em melhorar a efetividade do regulamento. Associações de OCPs ou de fornecedores poderiam fornecer uma quantidade mensal de vouchers para ensaios técnicos em laboratórios acreditados, por exemplo.

11.1.4 Alternativa 4

a) Ampliar o escopo para luminárias LED de uso interno ou em áreas cobertas (indoor):

Além das lâmpadas descritas na alternativa 2 (“âmbar”, acima de 60W, inteligentes ou com temperatura de cor variável), estão incluídas nessa alternativa as luminárias LED de uso em ambientes internos ou cobertos (indoor).

b) Revisar a ENCE de acordo com o modelo europeu e QR Code do registro do produto;

Essa alteração significa adotar o design de etiqueta da União Europeia, com as mesmas faixas de classificação coloridas, entre A e G. Serão informados ainda a logomarca do Inmetro e do PBE, marca e modelo do produto, a eficácia luminosa em lm/W. Além da ENCE, será exigida, na mesma face da embalagem, a aposição do selo de segurança e o selo de desempenho, com informação de número de registro e identificação do organismo que certificou o produto. Adicionalmente será exigido um QR Code que aponte para a página de registro do produto no site do Inmetro.

c) Não incluir requisitos e ensaios de cintilação e efeito estroboscópico;

d) Reduzir para 10.000 h o requisito de vida útil mínima declarada;

Essa alternativa exige que todos os produtos LED desempenhem uma vida útil mínima de 10.000 horas e que declarem a vida útil estimada pelo ensaio de manutenção de fluxo luminoso L70. Não há alteração sobre a metodologia de ensaios utilizada no Anexo C da Portaria Inmetro nº 69/2022.

e) Controle de pré-mercado com certificação modelo 1b e modelo 5, passando-se a exigir, para o modelo 5, ensaios semestrais de vida útil (manutenção do fluxo luminoso e de ciclo térmico e comutação), com amostras retiradas na fábrica.

O plano de ensaios dos requisitos de segurança não seria alterado pois não foram encontrados problemas neles. Os requisitos de desempenho mais críticos para eficiência energética, como potência e fluxo luminoso inicial, também não seriam alterados pois eles já são feitos anualmente. Os ensaios de manutenção de fluxo luminoso e de ciclo térmico e comutação são os mais críticos para os problemas encontrados e os mais demorados (acima de 3000 horas, ou 4,5 meses aproximadamente) por isso devem ser feitos semestralmente nessa alternativa.

Outro componente dessa alternativa consiste em manter a exigência para que as amostras para os ensaios de manutenção sejam retiradas da área de expedição da fábrica, como prevê o item 6.2.3.2.1 do Anexo II da Portaria nº 69/2022.

Essa alternativa mantém o modelo de certificação adotado hoje, mas aumenta a frequência dos ensaios de vida útil no plano de ensaios de manutenção e restringe a coleta na amostragem de produtos, para reduzir o risco de comportamentos indesejados.

Mantêm-se as exigências de anuência e de registro para produto de nível de risco III. Exige-se adicionalmente o relatório de ensaio inicial dos produtos da família seja anexado no ato do registro.

f) Controle de mercado do tipo “monitoramento” (anual), com uso de laboratórios acreditados, com custos compartilhados com partes interessadas.

Essa alternativa visa aumentar o controle de mercado por meio do uso de laboratórios acreditados para dar suporte à fiscalização técnica dos requisitos, complementando a fiscalização formal de marcações e selos. Os fiscais do Inmetro e da RBMLQ-I serão acionados anualmente para coletar os produtos de maior risco de irregularidade, como, por exemplo, aqueles que apresentam irregularidades na fiscalização formal ou são fornecidos por empresas com histórico de falhas processuais no registro ou anuência, e levá-los aos laboratórios para os ensaios previstos no procedimento de fiscalização técnica. As regras estariam estabelecidas em um procedimento de fiscalização técnica, anexo à Portaria Inmetro, determinando responsabilidades das partes, critérios para justificar as diligências e ensaios, regras para custeio de terceiros, regras de coleta e amostragem, ensaios em ordem de prioridade, irregularidades previstas e sua respectiva gravidade, entre outros.

Os custos da fiscalização técnica seriam compartilhados pelo Inmetro com as partes interessadas em melhorar a efetividade do regulamento. Associações de organismos de certificação ou de fornecedores poderiam fornecer uma quantidade mensal de vouchers para ensaios técnicos em laboratórios acreditados, por exemplo.

Discussão sobre alternativas escolhidas e descartadas

Escopo: Foi considerada a alternativa de aumentar o escopo deste regulamento para produtos de iluminação em geral (abarcando várias tecnologias: e.g. LED, LFC, HID, incandescentes halógenas e outras), como ocorre na UE e outros países (ver Apêndice I - Mapeamento internacional). Supõe-se que a existência de exigências de segurança e desempenho, especialmente eficiência energética, somente para lâmpadas LED poderia retardar a substituição das demais tecnologias menos eficientes. Entretanto a participação no mercado desses produtos é diminuta comparada às LEDs e a tendência é de uma grande redução nas vendas até 2030¹⁸. Avalia-se que há risco baixo de haver uma reversão dessa tendência de saída do mercado para esses produtos.

O risco da permanência estendida de lâmpadas fluorescentes compactas (LFCs) no mercado é maior pois os usuários e compradores de lâmpadas poderiam não escolher as lâmpadas LED classificadas em D ou E, mas mais eficientes que as LFCs classificadas atualmente em A. A revisão do regulamento de LED deve recomendar que a revisão do regulamento de LFCs contemple a utilização de uma mesma classificação de eficiência energética para ambas. Além disso, já há em tramitação um processo de revisão da regulação de LFCs com fins de promover sua restrição técnica de comercialização em atendimento ao Acordo de Minamata¹⁹.

Etiqueta: Foram analisados vários modelos de etiquetagem (ver Apêndice I - Mapeamento internacional) e optou-se por considerar somente o modelo europeu, que foi implementado, está

¹⁸ “Brazil Lighting Market Assessment”, CLASP, minuta do relatório final, maio 2023.

¹⁹ https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9470.htm

avanzado e é de consenso entre todos os atores no workshop realizado em setembro de 2023. Há promessas de revisões mais avançadas em outros países, mas ainda não foram publicadas.

Requisitos: A inclusão dos ensaios de cintilação e efeito estroboscópico foram identificados na fase de mapeamento internacional (ver Apêndice I - Mapeamento internacional) e são importantes para identificar falhas que podem ter efeitos adversos à saúde e indicar problemas de desempenho.

Vida útil mínima: Como não foi encontrada outra forma de verificação de vida útil de lâmpadas LED que exija menos que tempo de ensaio, optou-se por aumentar a frequência em que ele é exigido no controle pré-mercado. Na experiência internacional, foi constatado que há países que não exigem vida útil mínima. Entende-se que não há um consenso nesses países (ainda pode ser objeto de revisão futura, como na U.E.). A não exigência de vida útil mínima poderia provocar um aumento da presença de produtos no mercado com menor vida útil que a atual, porém com preços mais baixos levando a maior consumo e outros efeitos associados positivos (mais rápida substituição de LFC para LED) e negativos (maior descarte no ambiente).

Controle pré-mercado (Avaliação da Conformidade): Foi descartado aplicar apenas o modelo de certificação 1b (aplicação de ensaios por lote de importação) pelos altos custos e inviabilidade de condução do ensaio de vida útil. Ele continua sendo uma opção para o fornecedor em casos especiais. Também foram descartadas as opções menos exigentes de avaliação da conformidade, como a declaração do fornecedor ou como a certificação com esquemas de certificação desenhados pelos próprios OCPs e não pelo Inmetro. Essas opções mais flexíveis precisam ser implementadas em conjunto com medidas de controle de mercado mais rígidas e que ainda não foram experimentadas pelo Inmetro, portanto aumentariam os riscos de serem inefetivas.

Controle de Mercado (fiscalização): Foi descartada a fiscalização técnica nos laboratórios do Inmetro ou da RBMLQ-I pois exigiria um investimento da ordem de centenas de milhares de reais apenas em equipamentos para cada laboratório a ser montado. Essa alternativa pode ser avaliada na próxima revisão do regulamento.

Tabela H. quadro resumo de alternativas regulatórias

Problemas	Alternativa 1 (Não ação)	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
a) Escopo	Lâmpadas LED (bulbo e tubo)	Lâmpadas LED (bulbo e tubo) mais abrangente (âmbar, acima de 60w, inteligentes e temperatura de cor variável)	Luminárias LED (indoor e outdoor) e Lâmpadas LED (bulbo e tubo) mais abrangente (âmbar, acima de 60w, inteligentes e temperatura de cor variável)	Luminárias LED (apenas indoor) e Lâmpadas LED (bulbo e tubo) mais abrangente (âmbar, acima de 60w, inteligentes e temperatura de cor variável)
b) Etiqueta	Não Classificatória	Classificatória, modelo e faixas da U.E. com informações de consumo em 1000 h	Classificatória, modelo e faixas da U.E. com informações de consumo em 1000 h e QR Code para registro no Inmetro	Classificatória, modelo e faixas da U.E. com QR Code para registro no Inmetro

c) Requisitos	12 de desempenho + 8 de segurança	Adicionar requisito de cintilação e efeito estroboscópico	Adicionar requisito de cintilação e efeito estroboscópico	Não adicionar
d) Vida útil mínima	15.000 h para decorativas e 25.000 h para as demais	Sem requisito de vida útil mínima	15.000 h para todas	10.000 h para todas
e) Controle Pré-mercado	Certificação modelo 1b (lote) e modelo 5 com ensaios de vida útil bianuais e ensaios de manutenção com coleta na fábrica.	Certificação modelo 1b (lote) e modelo 5 com ensaios de vida útil anuais e ensaios de manutenção com coleta exclusiva no comércio brasileiro.	Certificação modelo 1b (lote) e modelo 5 com ensaios de vida útil bianuais e ensaios de manutenção com coleta exclusiva no comércio brasileiro.	Certificação modelo 1b (lote) e modelo 5 com ensaios de vida útil semestrais e ensaios de manutenção com coleta na fábrica.
f) Controle de Mercado	Predomina a fiscalização formal, fiscalização técnica tipo “monitoramento” a cada 4 anos.	Fiscalização formal e fiscalização técnica tipo “alarme de incêndio” (sob denúncia fundamentada) com uso de lab. acreditados com custos compartilhados com denunciante .	Fiscalização formal e fiscalização técnica tipo “patrulha” (sob diligência) com uso de lab. acreditados com custos compartilhados com partes interessadas	Fiscalização formal e fiscalização técnica tipo “monitoramento” (anual) com uso de lab. acreditados com custos compartilhados com partes interessadas

Fonte: elaboração própria.

12 COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE AÇÃO CONSIDERADAS

Para avaliar os impactos das alternativas é preciso estabelecer uma linha de base com indicadores sobre os quais sejam feitas as comparações com situações futuras criadas pelas alternativas. Esses indicadores são derivados dos resultados diretos e efeitos indiretos esperados das alternativas.

Linha de Base

Considerando no cenário do mercado de iluminação de 2022²⁰, que:

Tabela I. Mercado de iluminação no Brasil por Unidades vendidas ou instaladas.

Mercado de Iluminação no Brasil (2022)	Unidades Vendidas (milhões)	%	Unidades instaladas (milhões)	%
LED	347	89%	843	68%
LFC	20	5%	272	22%
Halógenas	15	4%	35	3%
HID	8	2%	87	7%
total	390	100%	1237	100%

Fonte: elaboração própria.

²⁰ “Brazil Lighting Market Assessment”, CLASP, minuta do relatório final, maio 2023.

- Quase a totalidade (98%) dos produtos regulados (lâmpadas LED bulbo e tubo) foram importados;
- Os 236 milhões de produtos de iluminação LED regulados e importados em 2022 representam aproximadamente 85% do mercado de importações;
- Os demais produtos de iluminação LED importados em 2022 (46 milhões de unidades), como as luminárias, representam 15% do mercado, incluindo os módulos de LED usados para montagem de luminárias em fábricas nacionais que devem triplicar o volume de importações em 2023 (de 7 para 21 milhões).
- Entre os produtos de iluminação LED vendidos, aproximadamente 90% foram importados e 10% foram montadas nacionalmente, como as luminárias, com a importação de módulos LED.

Escopo:

Sobre a quantidade de produtos LED no mercado, entre regulados e não regulados, pode-se concluir que:

- O mercado de LED não regulado é formado pelos produtos montados no Brasil (10% das vendas, ou 34,7 mi de unidades) e pelas importações de produtos não regulados (15% das importações, 46,86 mi de unidades) e representa 23,5% das vendas de iluminação LED no Brasil.
- O mercado de LED regulado representa 76,5% das vendas de iluminação LED no Brasil.

Requisitos de segurança e desempenho (especialmente vida útil):

Sobre a quantidade de produtos regulados e não regulados que estariam em não conformidade com os requisitos de desempenho e segurança do regulamento atual, pode-se fazer as seguintes estimativas:

- Considerando que em 2019 foram encontrados pelo menos 7% de produtos LED regulados com falhas de segurança e pelo menos 55% com falhas de desempenho, notadamente na vida útil nominal declarada, pode-se estimar que aproximadamente 18,6 milhões dentre os produtos LED regulados e vendidos no Brasil estejam com falhas de segurança e que aproximadamente 146 milhões estejam com falhas de desempenho, notadamente na vida útil nominal declarada;
- Considerando no mercado de produtos de iluminação LED não regulado a mesma proporção de falhas nos produtos, estima-se que 5,7 milhões de unidades apresentem falhas de segurança e 44,9 milhões de unidades apresentem falhas de desempenho.

Tabela J. Unidades Vendidas de produtos LED e com falhas em segurança e em desempenho.

Vendas de LED (2022)	Und Vendidas (milhões)	LEDs com falhas de segurança (7%)	LEDs com falhas de desempenho (55%)
LED importadas (90%)	312,3	21,9	171,8
Lâmpadas reguladas (85%)	265,46	18,6	146,0
Luminárias e módulos (15%)	46,85	3,3	25,8
LED montadas (10%)	34,7	2,4	19,1

Total	347	24,3	190,9
--------------	------------	-------------	--------------

Fonte: elaboração Própria.

A falta de regulação permite especular que haja mais produtos LED não regulados (luminárias) com falhas do que os produtos LED regulados, podendo chegar a 100%²¹.

Quanto às falhas dos novos requisitos de efeito estroboscópico e cintilação (SVM e PstLM), pode-se assumir que 1 em cada 17 produtos regulados estejam conformes, segundo relatórios de ensaios recebidos²². Não obtivemos dados desses requisitos sobre produtos não regulados.

Eficiência energética

Sobre a eficiência energética dos produtos atuais no mercado, pode-se afirmar, a partir dos dados de registro de produtos do Inmetro em dezembro de 2022, que a maioria deles seria classificada como F ou G. Naquele ano, 94,8% dos modelos de produtos registrados no Inmetro estavam abaixo de 110 lm/W (Classe F e G) e 0,4%, acima de 210 lm/W (classe A), conforme a tabela abaixo.

Tabela K. Distribuição atual de Produtos LED de uso doméstico segundo a classificação de Eficiência Energética vigente na União Europeia

Faixas de EE	Classes	Percentual de participação dos produtos registrados	Quantidade de Produtos vendidos ¹	Energia gasta (TWh/ano)	Ganho de Eficiência (comparado a classe G)	EE usada no cálculo ² (lm/w)	EE convertido em potência ³ (W)	EE convertida em Unidade de Energia Consumida ⁴ (kWh/ano)
210≤EE	A	0,4%	1.472.643	0,02	150%	210	4,4	11,12
185≤EE<210	B	0%	0	0,00	135%	197	4,7	11,85
160≤EE<185	C	0%	0	0,00	105%	172	5,4	13,57
135≤EE<160	D	0,4%	1.472.643	0,02	75%	147	6,3	15,88
110≤EE<135	E	4,4%	16.199.072	0,31	45%	122	7,5	19,14
85≤EE<110	F	61,9%	227.891.486	5,49	15%	97	9,5	24,07
EE<85	G	32,9%	121.124.877	3,37	0%	84	11,0	27,79
Total:		100%	368.160.721	9,20				

¹ Projeção para 2024 a partir de dados de 2022; ² valores limite ou médios em cada faixa das classes de EE; ³ considerando fluxo luminoso médio de 921 lm; ⁴ considerando um uso médio de LED indoor de 2535 horas por ano (ver apêndice).

Fonte: elaboração própria, com apoio da Clasp.

Controle Pré-mercado

²¹ Segundo relatório de resumo de ensaios compartilhado por email da ABILUX em 18 out 2023.

²² Segundo relatório ICE-LEE-EF-020-2023 de ensaios de produtos LED de diversos países da América Latina e Caribe, quanto aos requisitos de efeito estroboscópico e cintilação (SVM e PstLM), compartilhado por email pela CLASP em 25 maio 2023.

Assume-se que a certificação de produtos ateste 100% de conformidade dos produtos LED regulados, segundo informações de representantes da ABRAC, ainda que as fiscalizações técnicas realizadas pelo Inmetro em 2019 e 2018 tenham apontado irregularidades.

Controle de Mercado

Assume-se que a fiscalização formal cobriu 380 mil unidades de produtos em 2022 (0,16% do mercado regulado de 247 milhões de unidades) com uma média anual de 5,99% de irregularidades em marcações e selos encontradas.

Demanda Nacional de Energia Elétrica com Iluminação Residencial

Considerando essa distribuição por classes de eficiência energética (Tabela K), segundo o regulamento vigente na União Europeia, e a quantidade projetada para 2024 de produtos LED vendidos, teríamos um gasto de 9,20 TWh em iluminação LED, correspondendo a 1.380.000 Ton CO₂²³.

Consumo de energia residencial

É possível dizer que pelo menos 7,67% do consumo médio de energia elétrica em residências brasileiras provém de iluminação, o que representa quase a metade dos 14% apresentados em 2005, publicado pelo relatório anterior do PPH²⁴. Iluminação é o 4º maior consumidor de energia elétrica em uma residência no Brasil.

No Brasil, o consumo médio mensal residencial com iluminação era de 12,25 kWh em 2019²⁵. Considerando a tarifa de energia elétrica média²⁶ de R\$ 0,916 por kWh, pode-se estimar que uma residência gasta R\$ 11,22 por mês com iluminação, dos quais estima-se R\$ 3,95 (32,26%) com LED e R\$ 7,27 (67,74%) com as demais tecnologias.

Custo de Substituição de lâmpadas

Dados do relatório Euromonitor/Clasp indicam os seguintes preços médios de lâmpadas:

Tabela L. Preços médios e custos de reposição dos produtos de iluminação instalados em residências

Tecnologia	Preço médio (Reais)	Qtd. média por residência	Custo de composição	Custo de reposição por Halógena	Custo de reposição por LED
Incandescente Halógena	3,50	0,10	0,35	0,35	0,56
LED	5,60	2,10	11,76	7,35	11,76

²³ <https://www.sosma.org.br/calculadora-emissao-de-co2>

²⁴ Pesquisa de Posses e Hábitos – 2005. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br>. Acessado em: 22/06/2023.

²⁵ Pesquisa de Posses e Hábitos – 2019. Disponível em: <https://q.eletronbras.com/pt/Paginas/PPH-2019.aspx>. Acessado em: 22/06/2023.

²⁶ <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/luznatarifa/rankingtarifas>, em jan 2024, incluída a alíquota de 3,5% e 17% (PIS/COFINS e ICMS). Esse valor pode variar de acordo com reajustes dos contratos das concessionárias.

Fluorescente	7,49	3,74	28,01	13,09	20,94
HID	9,00	-	-	-	-
Incandescente	-	0,55	-	1,92	3,08
Outras	-	0,02	-	0,7	0,11
Total		6,50	40,12	22,72	36,45
Total em 10 anos				3 substituições = 68,16	1 substituição = 36,45

Fonte: elaboração própria.

Considerando que cada residência brasileira, em média, possui instaladas 6,5 lâmpadas e a distribuição por tecnologias mostrada na tabela, o custo para compor a iluminação dessa residência média seria aproximadamente R\$ 40,12 reais. Caso fossem todas substituídas por incandescentes halógenas, o custo de substituição seria de R\$ 22,72, aproximadamente; caso fossem substituídas por LED, R\$ 36,45. Como as LED no Brasil estão obrigadas a cumprir 25.000 horas, com um uso médio de 2535 horas por ano, essas lâmpadas durariam aproximadamente 10 anos até a próxima substituição. Como as halógenas não possuem esse requisito e podem durar em média 3 anos, em 10 anos elas precisariam de 3 substituições (3 x R\$ 22,72 = R\$ 68,16). O custo de substituição por lâmpadas LED em 10 anos seria quase a metade do custo de substituição por halógenas.

Descarte de produtos e acidentes com lesões ou mortes

Não foram obtidos dados sobre descarte de produtos, acidentes, lesões ou mortes provocadas por produtos de iluminação LED.

Tabela M. Quadro Resumo da linha de base.

Indicadores	Estado Atual
Mercado de Iluminação	390 milhões de unidades (100%)
Mercado de LED	347 milhões de unidades (89% do mercado de iluminação)
Mercado de LED regulado	265,5 milhões de unidades (85% do mercado de LED)
Mercado de LED com falhas de segurança	24,3 milhões de unidades (7% do mercado de LED)
Mercado de LED com falhas de desempenho, especialmente em vida útil	190 milhões de unidades (55% do mercado de LED)
Mercado de LED classificado como F ou G, segundo a classificação de EE vigente na EU	365 milhões de unidades (94,8 % do mercado de LED)
Demanda de energia elétrica nacional consumida pela iluminação instalada por ano	10,90 TWh = 1.635.000 Ton CO ₂ (3,52 TWh = 528.000 Ton CO ₂ para LED)
Demanda de energia elétrica nacional a ser consumida pelo mercado de LED por ano	9,20 TWh = 1.380.000 Ton CO ₂

Mercado de LED coberto pela fiscalização	0,38 milhões de unidades (0,14% do mercado de LED regulado)
Consumo de energia elétrica médio com iluminação residencial por mês (em 2019)	12,25 kWh (7,68% do consumo residencial de energia elétrica)
Custo de energia elétrica médio com iluminação residencial por mês	R\$ 11,22 (R\$ 3,95 com LED e 7,27 com as demais tecnologias)
Custo estimado de substituição da iluminação por lâmpadas LED em 10 anos por residência	R\$ 36,45

Fonte: elaboração própria.

Impactos das alternativas

12.1.1 Escopo

O impacto da ampliação e atualização de escopo será baixo na alternativa 2 pois apesar de crescente aumento de participação no mercado, as lâmpadas não abrangidas pelo atual regulamento representam pouco nesse mercado. Certamente o impacto pela inclusão de luminárias indoor (alternativas 3 e 4) e outdoor (alternativa 3) será mais alto: aproximadamente 81,5 milhões de produtos serão adicionados ao mercado regulado atualmente (265,5 milhões de produtos), ou seja, aproximadamente 30% dele. A ampliação e atualização do escopo vai favorecer os consumidores que terão produtos de iluminação mais seguros e com melhor desempenho, mais informações sobre mais produtos de iluminação e poderão fazer comparações mais abrangentes sobre eficiência energética antes de comprar. Organismos de certificação terão um aumento de demanda por ensaios e fornecedores precisarão certificar seus produtos. O Inmetro deverá aumentar sua capacidade de controlar o novo mercado regulado.

12.1.2 Eficiência Energética

O impacto da atualização da ENCE será alto. A adoção de uma classificação de eficiência energética exigente como a da União Europeia irá provocar maior competição dos fornecedores por produtos mais eficientes e mais informações relevantes para os consumidores. Supondo uma distribuição normal por classes em 5 faixas de EE (A e E=10%, B e D=20%, C = 40% e F e G = 0%), segundo o regulamento vigente na União Europeia, da quantidade projetada para 2024 de produtos LED vendidos, teríamos um gasto de 5,2 TWh, conforme tabela abaixo:

Tabela N. Distribuição normal de Produtos LED de uso doméstico vendidos no Brasil segundo a classificação de Eficiência Energética vigente na União Europeia e

Faixas de EE	Classes	Percentual de participação dos produtos registrados	Quantidade de Produtos vendidos ¹	Energia gasta (TWh)	Ganho de Eficiência (comparado a classe E)	EE usada no cálculo ² (lm/w)	EE convertido em potência ³ (W)	EE convertida em Unidade de Energia Consumida ⁴ (kWh/ano)
210≤EE	A	10%	36.816.072	0,41	72%	210	4,4	11,12

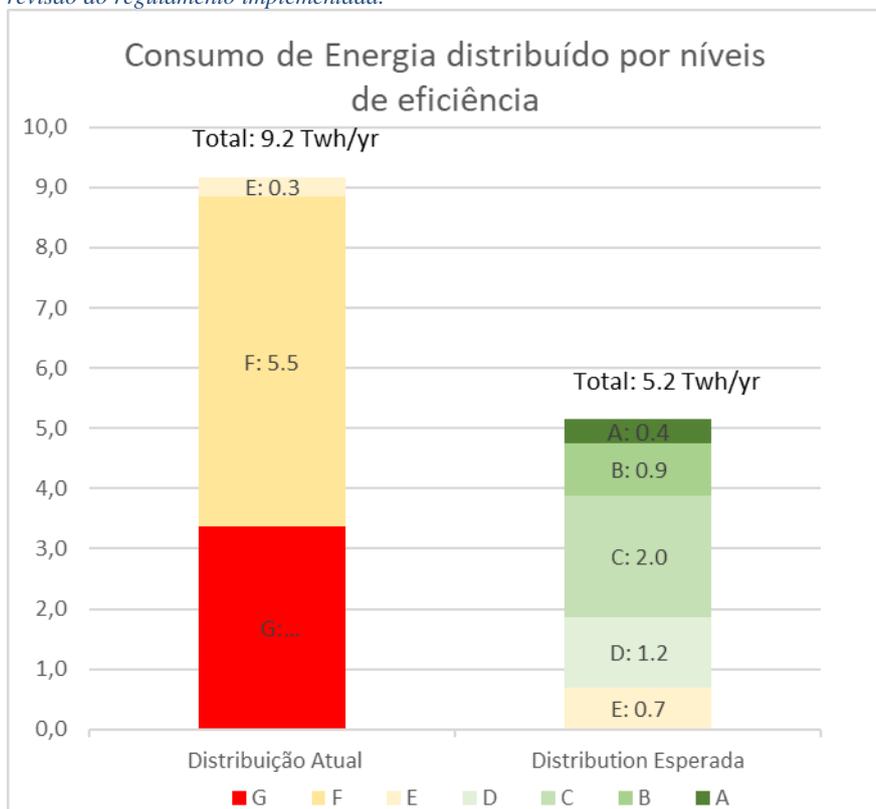
185≤EE<210	B	20%	73.632.144	0,87	61%	197	4,7	11,85
160≤EE<185	C	40%	147.264.288	2,00	41%	172	5,4	13,57
135≤EE<160	D	20%	73.632.144	1,17	20%	147	6,3	15,88
110≤EE<135	E	10%	36.816.072	0,70	0%	122	7,5	19,14
Total		100%	368.160.721	5,20				

¹ Projeção para 2024 a partir de dados de 2022; ² valores limite ou médios em cada faixa das classes de EE; ³ considerando fluxo luminoso médio de 921 lm; ⁴ considerando um uso médio de LED indoor de 2535 horas por ano (ver anexo).

Fonte: elaboração própria, com apoio da CLASP.

Essa configuração resultaria em uma redução de 4,0 TWh por ano (9,2 TWh - 5,2 TWh), ou seja, o equivalente a 600.000 Ton CO₂.

Figura 20: Consumo de Energia Elétrica distribuído por níveis de eficiência energética, na distribuição atual e na esperada após a revisão do regulamento implementada.



Fonte: elaboração própria, com apoio da CLASP.

12.1.3 Requisitos novos

O impacto da adição de requisitos ao regulamento será baixo. Os dois novos requisitos de cintilação e efeito estroboscópico são aplicados em outros países e, portanto, conhecidos de fornecedores de um produto globalizado. Eles envolvem novos ensaios não realizados atualmente. Porém, não envolvem um investimento significativo de laboratórios uma vez que precisam apenas de

novos sensores ao ambiente de testagem e de um treinamento. Os custos para implementação de testes de SVM e PstLM em laboratórios estariam estimados em 10 mil dólares americanos, muito menos que o custo total de implementação de um laboratório de testes de lâmpadas que estaria na ordem de centenas de milhares de dólares. Esses requisitos são rapidamente testáveis e podem ser usados como parâmetros importantes para identificar outras falhas de desempenho do produto.

A redução de vida útil mínima exigida de 25 mil horas para 15 mil horas (alternativa 3) ou para 10 mil horas (alternativa 4) terá um impacto moderado. Para os laboratórios, o conjunto de testes a que será submetido é o mesmo e nas mesmas condições que as atuais, inclusive mantendo o longo prazo do teste de vida útil. Mas permitirá ao fornecedor oferecer produtos mais baratos no mercado uma vez que não precisarão atender às exigências de durar obrigatoriamente mais tempo. Os consumidores poderão utilizar por um tempo razoável e trocar um produto que tecnologicamente avança em eficiência energética (se usado em média 6 horas por dia, pode durar 7 anos ou 4,5 anos), por um custo de substituição ainda menor que o de outras tecnologias.

A alternativa 2 de não exigência de vida útil mínima aumenta o risco de que produtos de duração menor que 4,5 anos participem significativamente do mercado pois serão provavelmente mais baratos, apesar de precisarem passar pelos mesmos ensaios de certificação. Irão exigir maior esforço de controle pré-mercado e de fiscalização.

12.1.4 Controle Pré-Mercado

O impacto das alternativas no controle pré-mercado será alto na alternativa 2 e moderado nas alternativas 3 e 4.

Na alternativa 2, a certificação de produtos será mantida nos modelos 5 e 1b, com todos os ensaios atualmente exigidos, mas haverá duas alterações relevantes. Primeiro, o ensaio mais crítico, o de manutenção de fluxo luminoso, utilizado para determinar a vida útil do produto, será exigido anualmente no modelo 5. Isso irá tornar os custos da certificação um pouco mais altos. Segundo, as amostras sendo retiradas do comércio brasileiro vão aumentar a demanda por ensaios em laboratórios nacionais, uma vez que não será atrativo para organismos estrangeiros (reconhecidos mútua e internacionalmente) de avaliação da conformidade realizar ensaios de manutenção. Os laboratórios nacionais relatam estar preparados para receber essa demanda, uma vez que fizeram investimentos antes da regra ter permitido ensaios de manutenção com produtos coletados na área de expedição da fábrica.

A exigência de anexar o relatório de ensaio inicial vai adicionar ao registro um documento que atualmente já é emitido e pago pelo fornecedor na certificação, portanto não implicaria em custos administrativos adicionais.

As outras alternativas devem ter um impacto moderado se comparada à não ação. A alternativa 3 mantém os ensaios de vida útil bianuais, mas exigem a coleta de amostras no comércio brasileiro. A alternativa 4 mantém a coleta de amostras na fábrica (geralmente na China), mas exige ensaios de vida útil semestrais.

12.1.5 Controle de Mercado

O impacto das alternativas no controle de mercado será alto nas alternativas 2 e 3, mas moderado na alternativa 4, se comparadas à não ação.

Em todas, o controle de mercado é efetuado pela fiscalização formal de marcações e selos que não deve sofrer alterações.

Na alternativa 2, a fiscalização técnica vai implicar em maior frequência na aplicação, pois vai ser provocada por denúncias fundamentadas, como um “alarme de incêndio”. Ela vai requerer mais recursos humanos disponíveis no Inmetro e na rede para implementá-la, mas a maior parte do impacto deve ser para o fornecedor denunciante, pois irá arcar com os custos dos ensaios de verificação.

Na alternativa 3, a fiscalização técnica vai admitir aplicação de denúncias fundamentadas, como alarme de incêndio, mas vai focar na busca de indícios de irregularidade em sistemas de inteligência e que efetue fiscalizações por diligências, como um “patrulhamento”. Isso vai implicar em mais recursos, especialmente humanos, do regulador (Inmetro e órgãos delegados da RBMLQ²⁷) disponíveis para buscar os indícios (como produtos com marcação errada, com registro cadastrado errado, com histórico de problemas na anuência, entre outros). Mas novamente, o maior custo vai ser de associações de fornecedores e ONGs interessadas em promover essas fiscalizações pagando pelos ensaios de verificação por diligência.

Na alternativa 4, a fiscalização por “monitoramento” pode admitir a aplicação de fiscalização técnica como alarme de incêndio ou como patrulhamento, mas seu foco será em realização de ensaios de fiscalização técnica anuais nos produtos identificados como mais relevantes do mercado (seja pela participação no mercado, pelo preço, pelo tipo, ...). Dessa forma poderá controlar os produtos que podem representar maior impacto para o consumidor no mercado de LED. O custo para as partes interessadas será provavelmente menor do que nas alternativas anteriores, especialmente nos primeiros anos. A quantidade de fiscalizações técnicas tende a ser mais alta nos primeiros anos para as alternativas 2 e 3, mas deve reduzir quando a implantação do regulamento se estabiliza. No caso de monitoramento, a quantidade deve se manter a mesma ao longo do ciclo de vida do regulamento (entre 5 anos e 10 anos).

Escolha de melhor alternativa

A dificuldade de encontrar de dados monetários mais precisos sobre custos e benefícios das alternativas e de seus impactos não nos permite aplicar a Metodologia Custo-Benefício, Metodologia Custo-Efetividade, ou Custo padrão. Além disso, a variedade de impactos e interesses diferentes para

²⁷ Rede Brasileira de Metrologia e Qualidade do Inmetro, composta por superintendências, órgãos estaduais e municipais

as partes afetadas pelo problema são fatores que justificam a escolha da Metodologia de Análise Multicritério.

Aqui será apresentado um resumo do resultado da aplicação da Metodologia de Avaliação Multicritério (ver apêndice II – Aplicação de AMC para escolha de alternativa para regulação de LEDs).

Considerando-se as alternativas regulatórias descritas e os critérios para decisão:

Tabela O: Descrição dos critérios utilizados para escolha da melhor alternativa na Análise Multicritério

Critério	Descrição
Escopo do regulamento: Alcance de novos produtos/novas tecnologias/ concorrentes (máx.)	O escopo do regulamento deve compreender concorrentes atuais e novos produtos de LED que consumam energia elétrica da rede, como os atuais produtos regulados.
Acesso à Informação: Disponibilizar informação relevante ao consumidor (máx.)	O regulamento deve promover maior acesso à informação relevante ao consumidor para decisão de compra considerando Eficiência Energética e desempenho.
Custo do regulador: Custos para o regulador de controlar os produtos de baixa qualidade (min)	Recursos financeiros empregados pelo regulador para controlar produtos fornecidos no mercado (plataformas, registro, fiscalização, ensaios, ...)
Poder de controlar: Capacidade de controlar produtos de baixa qualidade no mercado. (máx.)	Capacidade do regulador de coibir produtos de baixa qualidade do mercado.
Custo do fornecedor: Custos para o fornecedor de controlar os produtos de baixa qualidade (min)	Recursos financeiros empregados pelo fornecedor para controlar sua produção (certificação, ensaios, ...)

Fonte: elaboração própria.

Obteve-se o seguinte resultado:

Tabela P: Resultado da Análise Multicritério aplicada à AIR da revisão do regulamento de LEDs.

	Critérios	Escopo do regulamento	Acesso à informação	Custos do regulador	Poder de controle	Custos do fornecedor	Soma total	Ordem
	Pesos	0,144	0,533	0,037	0,218	0,067	1,000	
Alternativas	Alt 1 (não ação)	0,055	0,055	0,602	0,052	0,657	0,115	4º
	Alt 2	0,118	0,173	0,126	0,220	0,203	0,175	2º
	Alt 3	0,565	0,626	0,055	0,619	0,046	0,556	1º
	Alt 4	0,262	0,146	0,217	0,109	0,094	0,154	3º

Fonte: elaboração própria.

O método AHP demonstra que a **Alternativa 3** é a que melhor concilia os interesses e impactos estimados para as partes interessadas, dentro dos critérios estabelecidos.

13 PARTICIPAÇÃO SOCIAL

A segunda etapa da AIR contou com diversas atividades de participação de partes interessadas e afetadas.

Reuniões e emails

Foram realizados diversos diálogos por meio de e-mails e reuniões com as partes interessadas e afetadas pelo regulamento entre agosto de 2023 e abril de 2024, conforme abaixo:

Tabela Q: Reuniões com Partes interessadas e Afetadas pela revisão do Regulamento de LEDs

Data/hora	Parte	Tipo	Assunto e Desdobramentos
09/08/2023 9:00	Cepel	Presencial	Discussão e delineamento do Estudo Técnico
15/08/2023 14:00	DIMCI Laboratório de Radiometria e Fotometria (Laraf)	Presencial	Discussão sobre possibilidades de colaboração em ensaios de LEDs
23/08/2023 14:00	ABRAC	Online	Feedback sobre AIR parte 1
23/08/2023 15:30	ABILUMI	Online	Feedback sobre AIR parte 1
24/08/2023 9:00	IEI	Online	Feedback sobre AIR parte 1
24/08/2023 13:00	IDEC	Online	Feedback sobre AIR parte 1
29/08/2023 16:00	ABILUX	Online	Feedback sobre AIR parte 1
06/09/2023 09:00	ME (Argentina)	Online	Mapeamento internacional
11/09/2023 09:00	CLASP	Presencial	Detalhes da organização do Workshop
12/09/2023 09:00	Todas as partes interessadas	Presencial (Workshop)	Problemas identificados e possíveis alternativas a serem estudadas
25/09/2023 20:00	CLASP	Online	Test Methods and Enforcement Methods for LEDs in Brazil
25/09/2023 23:00	CLASP	Online	Esclarecimento de dúvidas com Steve Coine (AUS)
29/09/2023 10:00	MIEM (Uruguai)	Online	Mapeamento Internacional
06/10/2023 9:00	CEPEL	Presencial	Visita Técnica. Discussão dos ensaios de LEDs.
09/10/2023 10:00	ABILUX	Presencial	Discussão sobre escopo da AIR
17/10/2023 14:00	ABRAC	Online	ABRAC: pedido de colaboração para formular alternativas
31/10/2023 09:00	MME, Procel	Online	Alinhamento para ações regulatórias nas políticas de eficiência energética
08/11/2023 9:00	CEPEL	Presencial	Visita Técnica. Discussão dos ensaios de LEDs.
21/11/2023 09:00	PTB; Mercosul	Presencial (Workshop)	Apresentação e discussão do resultados das AIR piloto (LEDs) dos 4 países até o momento.
01/12/2023 09:00	MME, Procel	Online	Alinhamento para ações regulatórias nas políticas de eficiência energética
07/12/2023 10:00	CLASP	Online	Retrospectiva e Planejamento no suporte à AIR
02/02/2024 13:30	CLASP	Online	Ações para finalização da AIR e planejamento do evento em maio
22/02/2024 14:00	CLASP	Online	Ações para finalização da AIR e planejamento do evento em maio
01/03/2024 09:00	CEPEL	Presencial	Esclarecimento de dúvidas técnicas para elaboração da Minuta de Regulamento; Apresentação e discussão dos Resultados do Estudo Técnicos
22/03/2024 14:00	CLASP	Online	Ações para finalização da AIR e planejamento do evento em maio
11/04/2024 16:00	MMA	Online	AIR de LED do Inmetro, implantação do Acordo de Minamata e Acordo Setorial para Descarte de resíduos
26/03/2024 14:00	MME; Procel	Online	Alinhamento para ações regulatórias nas políticas de eficiência energética; Dúvidas sobre AIR de LEDs
27/03/2024 11:00	ABILUX	Presencial	Discussão sobre escopo da AIR
01/04/2024 13:30	Divig	Presencial	Alinhamento e dúvidas sobre procedimento de fiscalização técnica
03/04/2024 14:00	Divet	Online	Alinhamento e dúvidas sobre procedimento de fiscalização técnica
16/04/2024 16:00	MME	Online	Alinhamento para ações regulatórias nas políticas de eficiência energética; Dúvidas sobre AIR de LEDs

17/04/2024 16:00	Cepel e CLASP	Online	Organização do treinamento técnico em LEDs (Steve Coyne)
24/04/2024 14:30	MME	Online	Alinhamento para ações regulatórias nas políticas de eficiência energética; Dúvidas sobre AIR de LEDs

Fonte: elaboração própria.

Workshop

Em 12 de setembro de 2023 foi realizado o workshop “Avanço da eficiência energética no setor de iluminação no Brasil”, organizado em parceria pela CLASP, CEPEL e Inmetro, com diversas partes interessadas e afetadas, em que foram apresentados os problemas encontrados e discutidas as possíveis alternativas identificadas à época para cada problema. Em anexo, seguem a agenda e as apresentações.

14 RECOMENDAÇÕES

A partir da escolha da melhor alternativa, pode-se recomendar que sejam adotadas algumas estratégias para a melhor efetividade da regulação desses produtos.

Estratégia de Monitoramento

Para o monitoramento de indicadores da linha de base é recomendável prever coletas de informações públicas e com as partes interessadas, sob a forma de reuniões ou comunicação com seus representantes.

O monitoramento pode conter não apenas informações sobre o mercado do produto e seu processo regulatório (quantidades vendidas, registradas, certificadas, ...), mas sobre as características técnicas (relatórios de ensaios de fiscalização técnica, a serem comparados aos ensaios de certificação inicial e de manutenção).

Recomenda-se a parceria com outros reguladores de políticas de eficiência energética como o MME e a ENBPar (Procel), para viabilizar fontes de dados para o monitoramento de indicadores de interesse comum.

Estratégia de Implantação

A primeira etapa de implantação é a redação do texto final da Minuta de Portaria que represente a alternativa escolhida pela AIR. Ela deve envolver tanto o texto principal da Portaria quanto os anexos. Para isso, é importante que haja um grupo de trabalho que auxilie o Inmetro na revisão do texto atual e na elaboração de novos textos anexos, quando necessário.

A implantação do novo regulamento deve prever um prazo para adequação, especialmente dos novos regulados.

14.1.1 Interface com outros regulamentos do Inmetro

A adoção de uma classificação de eficiência energética como a sugerida para produtos LED e a manutenção da classificação de eficiência energética de LFCs vai trazer um risco para a efetividade

da alternativa. Ao encontrar produtos de iluminação LED classificados em E, F ou G, por exemplo, e lâmpadas fluorescentes compactas classificadas em A, o consumidor pode ser induzido a avaliar que as LFCs são mais eficientes que os produtos LED.

Para evitar esse efeito recomenda-se tratar esse risco aplicando a mesma classificação a ser aplicada para produtos LED também para lâmpadas fluorescentes. Utilizando as mesmas faixas e letras de classificação, esses produtos poderão ser melhor comparados pelos consumidores. Os benefícios dessa medida serão grandes uma vez que o parque instalado de LFCs nas residências ainda é significativo (22%) e um possível aumento de consumo desses produtos pode causar inclusive impactos ambientais e afetar as políticas de implantação do Acordo de Minamata.

14.1.2 Interface com outras Políticas Públicas

Estão sendo planejados encontros com representantes do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) para alinhamento da implantação da revisão das políticas de regulação de lâmpadas LED e LFCs (Portarias Inmetro nº 69/2022 e 62/2022) com a implantação do Acordo de Minamata e de gestão dos resíduos sólidos para lâmpadas no Brasil.

Estão sendo planejados encontros com representantes do Comitê Gestor dos Indicadores de Eficiência Energética (CGIEE) e do Ministério de Minas e Energia (MME) para o alinhamento da implantação da revisão das políticas de regulação de lâmpadas LED e LFCs (Portarias Inmetro nº 69/2022 e 62/2022) com a implantação das políticas de índices mínimos de consumo de energia (ou índices máximos de eficiência energética) de produtos, conhecidas internacionalmente como políticas de MEPS (*Minimum Energy Performance Standards*). A AIR da revisão dos MEPS para lâmpadas de iluminação doméstica está sendo desenvolvida pelo CGIEE e conta com o apoio do Inmetro.

Estratégia de Fiscalização

A implantação do novo regulamento deve prever a elaboração de um procedimento de fiscalização técnica. Esse procedimento pode acompanhar a Portaria do regulamento como um anexo e esclarecer as responsabilidades das partes e as exigências a serem seguidas para a fiscalização técnica permitir um controle de mercado mais efetivo.

14.1.3 Estudo técnico com CEPEL

Está em desenvolvimento um estudo técnico proposto pelo Inmetro e pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) com objetivo de:

- Testar a conformidade dos produtos (regulados e não regulados) ao regulamento atual do Inmetro;
- Testar a conformidade dos produtos (regulados e não regulados) a novos requisitos:
 - SVM e PstLM;
 - Espectro de cores;
 - Vida útil – outras metodologias;
- Elaborar e testar um procedimento de fiscalização técnica mais rápido que a certificação inicial atual, tanto quanto possível aplicável pelos IPEMs;

Foram coletadas lâmpadas e luminárias LED e levadas ao CEPEL com apoio do IPEM-RJ em setembro de 2023. Os resultados desse estudo permitirão ao Inmetro ter informações mais atuais sobre o desempenho e a segurança de produtos regulados e não regulados (Lâmpadas fora do regulamento, luminárias indoor e outdoor), sobre a viabilidade de novos requisitos e ensaios; sobre a viabilidade de um procedimento de fiscalização técnica mais rápido e sobre a viabilidade de aplicação dessa fiscalização pelos IPEMs.

Estratégia de Comunicação

A implantação desse regulamento necessita de ser acompanhada por uma campanha educativa que esclareça ao cidadão usuário e consumidor a distinção entre potência (em Watts - W), fluxo luminoso (em lúmens – lm) e eficiência energética como informações para se fazer uma boa compra e esclarecer a falácia de que há uma diferença de eficiência energética entre lâmpadas de diferentes temperaturas de cor correlata (TCC), ou seja, a lâmpada LED de cor “amarela” ou “morna”, não é menos eficiente que uma lâmpada de cor “branca” ou “fria”.

As estratégias de comunicação devem ser desenvolvidas em conjunto com a unidade de comunicação institucional do Inmetro (Dicom) e compartilhadas em parceria com partes que já manifestaram interesse em contribuir com a comunicação do Inmetro.

Revisão do regulamento após 5 anos do final do prazo de implantação:

Entre as recomendações adicionais para melhoria do sistema de regulação de lâmpadas LED analisadas, acrescentamos:

A revisão deve incluir responder questões que foram dúvidas ou indicaram riscos futuros à regulação de LEDs, tanto por este estudo quanto foram indicadas por regulamentos de outros países:

- Se deve ser mantida a exigência de uma vida útil mínima declarada para o produto. Outros reguladores, como a União Europeia, não fazem essa exigência atualmente, mas destacaram essa necessidade de avaliar a questão em sua próxima revisão

- Se há necessidade de investimento em laboratórios próprios do Inmetro ou da RBMLQ-I para ensaios técnicos em produtos LED. O investimento é elevado, mas pode ser uma alternativa caso o problema não tenha sido resolvido.

15 CONCLUSÃO DA PARTE 2

A análise de impacto regulatório (AIR) da Portaria Inmetro nº 69/2022 que aprova o “Regulamento Técnico da Qualidade e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Lâmpadas LED com Dispositivo de Controle Integrado à Base – Consolidado” **RECOMENDA** como resposta aos problemas que foram encontrados a **Alternativa 3**, qual seja, em resumo:

- g) Ampliação do escopo do regulamento para incluir lâmpadas LED não abrangidas pelo atual regulamento (lâmpadas “âmbar”, acima de 60W, inteligentes e com controle de temperatura de cor) e luminárias LED de uso interno (indoor) e de uso externo (outdoor);

- h) Adoção de uma etiqueta (ENCE), com classificação por faixas de eficiência energética atualmente adotadas pela U.E., ou seja, de A (superior ou igual à 210 lumens por watt) a G (inferior a 85 lm/w), com informações do consumo de energia do produto em KWh quando usado por 1000 horas e com QR code que aponte para a página do registro do produto no Inmetro.
- i) Adição dos requisitos e ensaios de cintilação e efeito estroboscópico aos atuais requisitos e ensaios aplicados;
- j) Redução da vida útil mínima do produto para 15.000 (quinze mil) horas;
- k) Alteração da certificação de modelo 5 para que a coleta de produtos para ensaios de manutenção seja realizada exclusivamente no comércio brasileiro;
- l) Estabelecimento de uma fiscalização técnica do tipo “patrulha” (sob diligência), com uso de laboratórios acreditados e custos compartilhados com partes interessadas.

16 REFERÊNCIAS

BRASIL (2018). Diretrizes gerais e guia orientativo para elaboração de Análise de Impacto Regulatório – AIR / Subchefia de Análise e Acompanhamento de Políticas Governamentais [et al.]. --Brasília: Presidência da República, 2018. 108p. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/air/o-que-e-air/diretrizesgeraiseguidaorientativo_AIR.pdf

BRASIL (2021). Guia para Elaboração de Análise de Impacto Regulatório (AIR). Secretaria de Advocacia da Concorrência e Competitividade – SEAE/Ministério da Economia – ME. Brasília. 58. Disponível em: https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/air/o-que-e-air/SEPEC_guiadeair_vfinal_1504211.pdf

MERCOSUL (2023). Guia para Elaboração de Análise de Impacto Regulatório (AIR) para Eficiência Energética de Produtos no Mercosul. A ser publicado.

Assinaturas:

Marcelo Almeida Gadelha

(SIAPE 1356055)

Analista Executivo em Metrologia e
Qualidade

Felipe Tiago Monteiro

(SIAPE 1343876)

Pesquisador-Tecnologista em Metrologia e
Qualidade

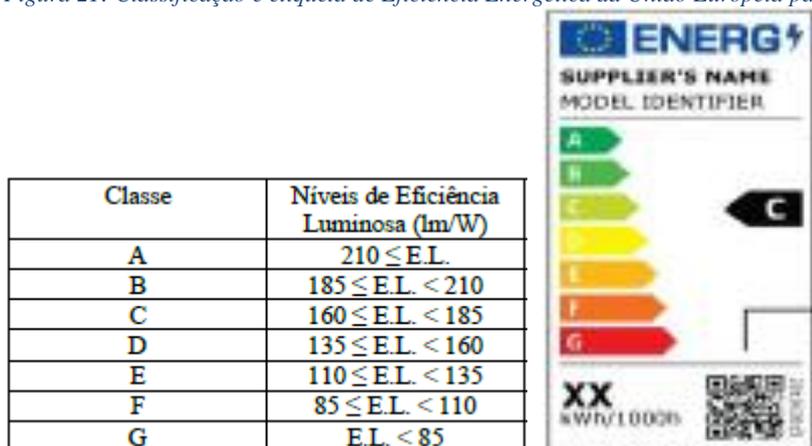
17 APÊNDICE - MAPEAMENTO INTERNACIONAL

União Europeia

Atualmente o regulamento mais avançado para iluminação é o da União Europeia. Ele prevê o atendimento a requisitos de segurança e desempenho, incluindo eficiência energética, para quaisquer fontes de iluminação. Lâmpadas LED e de diversas outras tecnologias e luminárias, ligadas ou não à rede elétrica distribuída, movidas à bateria ou energia solar, seriam abrangidas pelas diretrizes europeias. Estabelecer regras para um conjunto tão diverso de objetos requer adotar mecanismos de ajustes para equilibrar as exigências entre eles, tornando o texto do regulamento mais complexo para atender um escopo tão amplo.

A etiqueta de eficiência energética é classificatória. As faixas de distribuição de eficiência energética são as mais altas no mundo hoje em dia. Elas variam de A (≥ 210 lm/W) até G (< 85 lm/W). Ela apresenta identificação do modelo e fornecedor, estimativa de consumo (kWh) em 1000 h e um QR code para página do registro do produto.

Figura 21: Classificação e etiqueta de Eficiência Energética da União Europeia para fontes de iluminação



São aplicados os mesmos requisitos de segurança e desempenho adotados pelo regulamento brasileiro, baseados em normas internacionais (IEC 62612 e IEC 62560). Além deles são aplicados os requisitos de cintilação e efeito estroboscópico (PstLM e SVM). Outros requisitos menos relevantes são também aplicados, tais como consumo em modo stand-by. Não há exigência de vida útil mínima, apesar de se exigir a declaração nominal da vida útil na embalagem do produto LED. Os requisitos e ensaios de vida útil são os mesmos, com a mesma duração mínima de 3000 horas.

Não há exigência de certificação prévia ao registro e à comercialização; utiliza-se a declaração do fornecedor. Cada fornecedor declara as características de seu produto ao registrá-lo no sistema EPREL e se compromete a fornecer ao regulador, em caso de fiscalização, os relatórios de ensaios do produto, baseados nas normas técnicas mais atuais vigentes. A frequência de aplicação do controle de mercado varia de país para país, mas o regulamento publicou um procedimento de fiscalização técnica para o bloco padronizando a forma de aplicação.

Estados Unidos

Nos Estados Unidos as lâmpadas LED são abrangidas por um programa voluntário de certificação, o Energy Star²⁸. Ele serviu de base em diversos aspectos para o regulamento brasileiro em 2014, e recebeu a última atualização em 2017. O Energy Star possui um programa de certificação para lâmpadas que substituem as incandescentes, como as LED e fluorescentes compactas, e que estabelece requisitos de segurança, desempenho, entre outros. Há também programas Energy Star para luminárias.

Os programas Energy Star não estabelecem uma classificação, mas os níveis mínimos de eficiência energética (80 lm/W, ou variações mais baixas de acordo com tipo ou índice de reprodução de cor da lâmpada). Eles aplicam os mesmos testes de manutenção de fluxo luminoso para projeção da vida útil estimada que o regulamento brasileiro e exigem um mínimo de 15.000 h de vida útil mínima para LEDs (e 10.000 h para LFC). Eles exigem requisitos de cintilação e efeito estroboscópico. Os requisitos de temperatura de cor permitem lâmpadas com 2200 K (âmbar) e 2500 K (entardecer).

Apesar de ser voluntário, ao aderir ao programa o fornecedor se compromete de diversas maneiras com o Estado, tais como, a usar os laboratórios designados pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) para lâmpadas, a fornecer informações, cooperativa e rapidamente, sobre seus produtos, amostras para testes, fornecer indicadores de mercado (vendas, importações, exportações, ...) sob compromisso de sigilo pelo governo, entre outros.

Índia

A regulamentação da Índia para lâmpadas LED para segurança e desempenho é de 2017, e teve partes revisadas em 2019. Recentemente a classificação de eficiência energética de 5 estrelas foi atualizada, variando de 1 estrela para produtos entre 79 e 90 lm/W a 5 estrelas para produto com 135 ou mais lm/W (tabela abaixo). Outros produtos de iluminação não são regulados na Índia, como as lâmpadas incandescentes, tornando as lâmpadas LED um produto mais caro e menos consumido pela população.

²⁸

Para lâmpadas bulbo, acessar https://www.energystar.gov/sites/default/files/ENERGY%20STAR%20Lamps%20V2.1%20Final%20Specification_1.pdf. Outras informações sobre programas de iluminação Energy Star vigentes em: https://www.energystar.gov/products/spec?term_node_tid_depth%5B%5D=1082&field_status_value%5B%5D=In+Effect&field_effective_start_date_value%5Bvalue%5D%5Bdate%5D=&field_effective_start_date_value%5Bvalue%5D%5Bdate%5D=

Tabela R: Classificação de eficiência energética de lâmpadas LED que entrou em vigor em 30 de junho de 2023 na Índia.

TABLE 3.2
Star level valid from 1st July, 2020 to 30th June, 2023

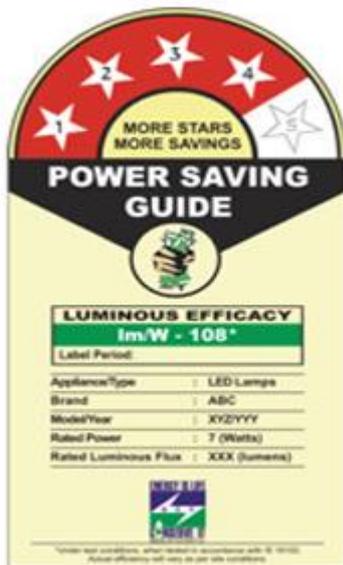
S. No.	Star rating band	Luminous Efficacy (Lumen/Watt)
(1)	(2)	(3)
1.	1 Star *	≥ 79 and < 90 –Freeze
2.	2 Star **	≥ 90 and < 105
3.	3 Star ***	≥ 105 and < 120
4.	4 Star ****	≥ 120 and < 135
5.	5 Star *****	≥ 135 .”;

Fonte:

https://beestarlable.com/Content/Notification/LED/LED_Notification_SO_3631_E_dated_9th_October_2019.pdf

Os requisitos de segurança e desempenho são os mesmos exigidos pelo Brasil. Não há exigência de requisitos de cintilação e efeito estroboscópico. Não há exigência de certificação de produtos, mas exige-se o atendimento às normas técnicas de desempenho e segurança e a exibição da etiqueta do programa 5 stars (ver abaixo).

Figura 22: Etiqueta classificatória de eficiência energética do programa 5 stars na Índia.



Fonte:

https://beestarlable.com/Content/Notification/LED/LED_Notification_No_BEES_LLED522017_18_dated_28th_December_%202017.pdf

Não é exigida uma certificação, mas uma declaração de fornecedor de que atende aos requisitos exigidos. O controle de mercado estabelecido no regulamento permite que amostras sejam retiradas do mercado pelo regulador nacional e testadas em laboratórios acreditados. Eles utilizam o controle por ensaios desafio. Quando um reclamante faz uma denúncia contra um produto, o regulador deve testar o produto com os custos depositados antecipadamente pelo reclamante e caso ele seja

reprovado, o regulado deve pagar as custas dos ensaios, transporte e amostras ao reclamante. Caso seja aprovado, o reclamante perde os custos depositados. Mesmo que o depósito não seja feito, o regulador pode continuar os testes.

Nigéria (U4E/ONU)

A Nigéria em 2023 publicou um regulamento para iluminação em duas partes: uma para lâmpadas neutro de tecnologia, ou seja, aplicável para lâmpadas LED e de outras tecnologias (tubulares, LFC, halógenas, HID, ...) e outra para luminárias²⁹. Eles seguem as orientações técnicas do Programa U4E da ONU (UN Environment Programme United for Efficiency)³⁰. O escopo é delimitado por características de fluxo luminoso, tipo de encaixe, voltagem de operação e cromaticidade emitida.

O regulamento exige a etiquetagem classificatória de eficiência energética entre 1 estrela para produtos abaixo de 105 lm/W e 5 estrelas para produtos acima de 185 lm/W. É uma das mais exigentes classificações atualmente em vigor e tende a ser mais rigorosa quando aplicada a fase 2 em 2025 quando os níveis mínimos de eficiência irão aumentar.

Tabela S: Classificação de Eficiência Energética para lâmpadas na Nigéria

Table 5- Energy Label Classes

EE Class	General Service Lamps and Tubular Lamps	Efficiency Level
★	< 105	Lowest Efficiency
★★	105 ≤ e < 130	
★★★	130 ≤ e < 155	
★★★★	155 ≤ e < 180	
★★★★★	185 ≤	Highest Efficiency

Tabela T: Classificação de MEPS para lâmpadas na Nigéria

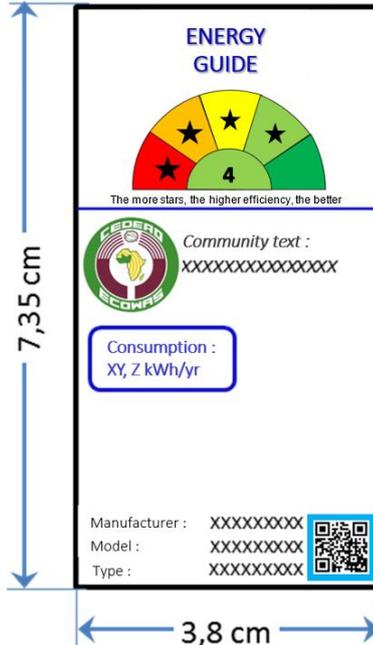
Table 1 – Minimum Luminous Efficacy Requirements for Lamps

Lamp Type	Phase 1, 1 July 2023 (lm/W)	Phase 2, 1 January 2025 (lm/W)
General service lamps – Non-directional	90	105
General service lamps – Directional	75	85
Tubular lamps	115	130

²⁹ FDNIS 1209-1:2023EE: Minimum Energy Performance Standard — Lighting Products- Part 1: Lamps e FDNIS 1209-2:2023EE - Minimum Energy Performance Standard — Lighting Products- Part 2: Luminaires.

³⁰ <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficiency-and-functional-performance-requirements-for-general-service-lamps/>. Mais informações em: <https://united4efficiency.org/resources/publications/>

Figura 23: Etiqueta de Classificação de Eficiência Energética para lâmpadas da Nigéria



A etiqueta identifica o produto por marca, tipo e modelo, apresenta o consumo estimado por ano e oferece um QR code para mais informações do registro do produto.

Os requisitos de segurança e desempenho são quase os mesmos exigidos pelo Brasil; são exigidos os requisitos de cintilação e de efeito estroboscópico. Não há exigência de vida útil mínima, mas de declaração de vida útil do produto em horas na embalagem.

O controle pré-mercado é feito por declaração do fornecedor. O regulamento estabelece os requisitos, ensaios e procedimentos de amostragem e tolerância para avaliação da conformidade e para fiscalização técnica. Também é estabelecida uma sequência de testes para conformidade, priorizando os testes mais críticos.

Mercosul

O Paraguai regulamenta lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas, mas não possui regulamento para LEDs. O crescente aumento do consumo de lâmpadas e luminárias LED não reguladas fez a adesão aos programas de LFC e incandescentes diminuir e essa tendência vem sendo analisada pelo regulador paraguaio para justificar a publicação de um regulamento para LEDs em breve.

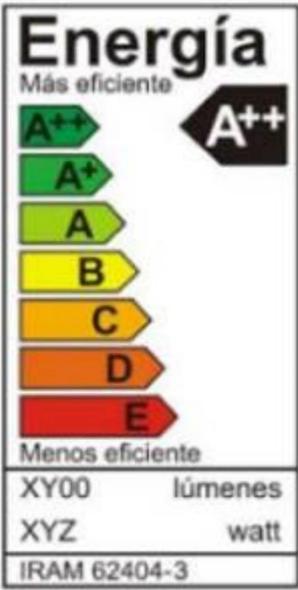
A Argentina empreendeu revisão em seu regulamento de lâmpadas LED em 2019 e está em fase final de implementação. O Uruguai publicou um novo regulamento para lâmpadas LED cuja

consulta pública foi finalizada em março de 2024 e se prevê que entre em vigência obrigatória em meados de 2025³¹.

Os regulamentos de lâmpadas LED de Argentina e Uruguai são similares e baseados em normas técnicas nacionais cuja classificação de eficiência energética foi tomada do regulamento da União Europeia de 2012 e cujos ensaios de desempenho foram tomados da norma IEC 62612. O escopo da Argentina cobre lâmpadas bulbo e tubo, com uma descrição muito semelhante à regulamentação do Brasil. O escopo do Uruguai cobre lâmpadas incandescentes e halógenas e LFC, os quais possuem regulamentos próprios. Não há regulamento para luminárias de uso geral. O regulamento uruguaio prevê escalonamento semestral obrigatório da implantação por tipos de lâmpadas LED a partir de 2025.

Eles exigem uma etiqueta de classificação para eficiência energética a partir de um índice calculado pela potência de referência. A Argentina classifica lâmpadas entre A++ (IEE <=11%) e E (IEE >95%), enquanto o Uruguai classifica-os entre A (IEE <11%) e E (IEE >= 60%). Essa classificação corresponderia a faixas de eficiência energética distribuídas entre aproximadamente 6 lm/W (para lâmpadas de potência mais baixa) e 123 lm/W (para lâmpadas de potência mais alta).

Figura 24: Etiquetas de Classificação de Eficiência Energética para lâmpadas LED na Argentina e no Uruguai.

Etiqueta de eficiência energética para lâmpadas LED da Argentina	Etiqueta de eficiência energética para lâmpadas LED do Uruguai
	

Os requisitos de segurança e desempenho são os mesmos aplicados pelo Brasil, baseados em normas internacionais. A Argentina não exige requisitos de cintilação e efeito estroboscópico, mas o

³¹ https://www.eficienciaenergetica.gub.uy/visualizar-contenido/-/asset_publisher/fnOFJTPAaHM7/content/evento-virtual-etiquetado-de-eficiencia-energetica-de-lamparas-led-resultados-de-la-consulta-publica

Uruguai permite a declaração voluntária deles, com os parâmetros exigidos pelo atual regulamento da UE. Não exigem vida útil mínima, mas ambos aplicam o mesmo ensaio de manutenção de fluxo luminoso. Também não medem depreciação de cor.

A Argentina exige certificação modelo 5, como o Brasil, e o Uruguai exige certificação modelo 2 (igual ao modelo 5 mas sem auditoria nas fábricas). Ambos realizam fiscalização formal de etiquetas e marcações e acompanham os ensaios periódicos feitos por OCPs. O Uruguai possui uma autarquia responsável pela fiscalização técnica (Ursea).

China

Apesar de ser o maior fabricante de lâmpadas LED do mundo e da promessa de publicação de uma regulamentação mais avançada em alguns anos, o regulamento para esses produtos está defasado em relação aos regulamentos da União Europeia, Índia ou Estados Unidos, especialmente quanto à eficiência energética. A classificação varia de 60 lm/W (1 estrela) a 120 lm/W (3 estrelas). Não foram obtidas informações os requisitos, nem sobre o controle pré-mercado ou de mercado.

Figura 25: Etiqueta de Classificação de eficiência energética da China.



Fonte: <https://www.china-certification.com/en/cel-new-layout-with-qr-code-for-the-china-energy-label-effective/>

18 APÊNDICE II - APLICAÇÃO DE AMC PARA ESCOLHA DE ALTERNATIVA PARA REVISÃO DA REGULAÇÃO DE PRODUTOS DE ILUMINAÇÃO LED DO INMETRO (PORTARIA Nº 69/2022)

Para fazer essa análise utilizamos o método AHP (*analytic hierarchy process*), ou processo de hierarquia analítica.

Passo 1: Definição dos critérios de escolha

Considerando os objetivos do regulamento e os principais impactos para as partes afetadas identificadas podemos elencar os seguintes critérios de decisão para escolha da melhor alternativa:

Tabela 21: Descrição dos critérios utilizados para escolha da melhor alternativa na Análise Multicritério.

Critério	Descrição
Escopo do regulamento: Alcance de novos produtos/novas tecnologias/ concorrentes (máx.)	O escopo do regulamento deve compreender concorrentes atuais e novos produtos de LED que consumam energia elétrica da rede, como os atuais produtos regulados.
Acesso à Informação: Disponibilizar informação relevante ao consumidor (máx.)	O regulamento deve promover maior acesso à informação relevante ao consumidor para decisão de compra considerando Eficiência Energética e desempenho.
Custo do regulador: Custos para o regulador de controlar os produtos de baixa qualidade (min.)	Recursos financeiros empregados pelo regulador para controlar produtos fornecidos no mercado (plataformas, registro, fiscalização, ensaios, ...)
Poder de controlar: Capacidade de controlar produtos de baixa qualidade no mercado. (máx.)	Capacidade do regulador de coibir produtos de baixa qualidade do mercado.
Custo do fornecedor: Custos para o fornecedor de controlar os produtos de baixa qualidade (min.)	Recursos financeiros empregados pelo fornecedor para controlar sua produção (certificação, ensaios, ...)

Fonte: Elaboração Própria.

O critério custos ao consumidor foi também considerado, mas considerou-se ele redundante com os critérios Acesso à Informação e Custos do Fornecedor. Um maior acesso à informação tende a aumentar a competição e reduzir os preços dos produtos, bem como aumentar a eficiência energética e reduzir os custos de substituição dos produtos. Um menor custo do fornecedor tende a reduzir os preços dos produtos. Esses critérios foram considerados do ponto de vista qualitativo uma vez que não foram encontradas informações precisas sobre os valores monetários ou as quantidades para cada alternativa proposta.

No método AHP, os critérios e as alternativas são comparados par a par, sendo-lhes atribuídos um valor, de acordo com a escala de Saaty:

Tabela V: Escala Saaty de preferências utilizada na análise.

Escala Saaty	
1	Igualmente preferível
2	Igualmente a moderadamente preferível

3	Moderadamente preferível
4	Moderadamente a fortemente preferível
5	Fortemente preferível
6	Fortemente a muito fortemente preferível
7	Muito fortemente preferível
8	Muito fortemente a extremamente preferível
9	Extremamente preferível

Fonte: Elaboração Própria.

Passo 2: Estabelecimento de pesos dos critérios

Na comparação par a par de critérios obteve-se os seguintes resultados para os pesos de cada critério:

Tabela 23: Matriz de comparação dos critérios par a par.

Matriz de comparação par a par (critérios)	Escopo do regulamento	Acesso à informação	Custos do regulador	Poder de controle	Custos do fornecedor	Vetor prioridade (pesos dos critérios)
Escopo do regulamento	1	1/4	5	1/2	3	0,1442
Acesso à informação	4	1	7	5	6	0,5332
Custos do regulador	1/5	1/7	1	1/6	1/3	0,0374
Poder de controle	2	1/5	6	1	5	0,2182
Custos do fornecedor	1/3	1/6	3	1/5	1	0,0670

Fonte: Elaboração Própria.

Passo 3: Estabelecimento de prioridade das alternativas quanto a cada um dos critérios

Nessa etapa, cada alternativa é comparada par a par com todas as outras, para cada um dos critérios:

Tabela 24: Matriz de comparação das alternativas par a par sob o critério Escopo.

Escopo do regulamento	Alternat 1 (não ação)	Alternat 2	Alternat 3	Alternat 4	Vetor prioridade
Alternat 1 (não ação)	1	1/3	1/7	1/5	0,0553
Alternat 2	3	1	1/5	1/3	0,1175
Alternat 3	7	5	1	3	0,5650
Alternat 4	5	3	1/3	1	0,2622

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 25: Matriz de comparação das alternativas par a par sob o critério Acesso à Informação.

Acesso à informação	Alternat 1 (não ação)	Alternat 2	Alternat 3	Alternat 4	Vetor prioridade
Alternat 1 (não ação)	1	1/5	1/7	1/3	0,0547

Alternat 2	5	1	1/5	1	0,1726
Alternat 3	7	5	1	5	0,6263
Alternat 4	3	1	1/5	1	0,1463

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 26: Matriz de comparação das alternativas par a par sob o critério Custos do Regulador.

Custos do regulador	Alternat 1 (não ação)	Alternat 2	Alternat 3	Alternat 4	Vetor prioridade
Alternat 1 (não ação)	1	5	7	4	0,6024
Alternat 2	1/5	1	3	1/2	0,1260
Alternat 3	1/7	1/3	1	1/5	0,0549
Alternat 4	1/4	2	5	1	0,2168

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 27: Matriz de comparação das alternativas par a par sob o critério Poder de Controle.

Poder de controle	Alternat 1 (não ação)	Alternat 2	Alternat 3	Alternat 4	Vetor prioridade
Alternat 1 (não ação)	1	1/5	1/7	1/3	0,0521
Alternat 2	5	1	1/5	3	0,2195
Alternat 3	7	5	1	5	0,6194
Alternat 4	3	1/3	1/5	1	0,1090

Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 28: Matriz de comparação das alternativas par a par sob o critério Custos do Fornecedor.

Custos do fornecedor	Alternat 1 (não ação)	Alternat 2	Alternat 3	Alternat 4	Vetor prioridade
Alternat 1 (não ação)	1	5	9	7	0,6574
Alternat 2	1/5	1	5	3	0,2027
Alternat 3	1/9	1/5	1	1/3	0,0457
Alternat 4	1/7	1/3	3	1	0,0942

Fonte: Elaboração Própria.

Passo 4: Definição da melhor alternativa

Como resultado, obtivemos a seguinte classificação:

Tabela 29: Matriz de resultados da comparação das alternativas para todos os critérios.

Alternativa	Critérios	Escopo do regulamento	Acesso à informação	Custos do regulador	Poder de controle	Custos do fornecedor	Soma total	Ordem
		Pesos	0,144	0,533	0,037	0,218	0,067	1,000
	Alt 1 (não ação)	0,055	0,055	0,602	0,052	0,657	0,115	4º
	Alt 2	0,118	0,173	0,126	0,220	0,203	0,175	2º
	Alt 3	0,565	0,626	0,055	0,619	0,046	0,556	1º
	Alt 4	0,262	0,146	0,217	0,109	0,094	0,154	3º

Fonte: Elaboração Própria.

Segundo o método aplicado, a melhor alternativa foi a 3, com uma pontuação de 0,556 (55,6%). As alternativas 2 (17,5%) e 4 (15,4%) aproximaram-se uma da outra, mas superaram a opção de não ação, alternativa 1 (11,5%).

Passo 5: Análise de sensibilidade

Depois de encontrado um resultado, pode-se testar a sensibilidade da classificação às mudanças nos pesos dos critérios de escolha. Como o critério de acesso à informação foi o de maior peso, pode-se testar se a classificação seria mantida caso o peso dele fosse reduzido e o peso de outras, por exemplo os custos ao fornecedor, fossem aumentados.

Tabela 30: Análise de sensibilidade da matriz de resultados, com redução do peso de Acesso a Informação e aumento do peso de Custos do Fornecedor.

	Critérios	Escopo do regulamento	Acesso à informação	Custos do regulador	Poder de controle	Custos do fornecedor	Soma total	Ordem
Alternativa	Pesos	0,144	0,500	0,037	0,218	0,100	1,000	
	Alt 1 (não ação)	0,055	0,055	0,602	0,052	0,657	0,135	4º
	Alt 2	0,118	0,173	0,126	0,220	0,203	0,176	2º
	Alt 3	0,565	0,626	0,055	0,619	0,046	0,536	1º
	Alt 4	0,262	0,146	0,217	0,109	0,094	0,152	3º

Fonte: Elaboração Própria.

Nesse primeiro teste de sensibilidade do modelo, um aumento de 50% no peso de custos ao fornecedor não alterou a classificação dos resultados.

Tabela 31: Análise de sensibilidade da matriz de resultados, com redução significativa do peso de Acesso a Informação e aumento significativo do peso de Custos do Fornecedor.

	Critérios	Escopo do regulamento	Acesso à informação	Custos do regulador	Poder de controle	Custos do fornecedor	Soma total	Ordem
Alternativa	Pesos	0,144	0,300	0,037	0,218	0,300	1,000	
	Alt 1 (não ação)	0,055	0,055	0,602	0,052	0,657	0,256	2º
	Alt 2	0,118	0,173	0,126	0,220	0,203	0,182	3º
	Alt 3	0,565	0,626	0,055	0,619	0,046	0,420	1º
	Alt 4	0,262	0,146	0,217	0,109	0,094	0,142	4º

Fonte: Elaboração Própria.

Nesse segundo teste de sensibilidade, uma redução de mais de 40% no peso de acesso à informação e um aumento de 450% no peso de custos ao fornecedor mantiveram a alternativa 3 como recomendada, alterando apenas a posição da alternativa 1, não ação, como melhor que as demais.

Conclui-se que o modelo utilizado para recomendação da decisão pela alternativa 3 é consistente e robusto, conforme o método AHP.

Despacho nº 291/2024/Dconf-Inmetro

INMETRO/SEI/NÚMERO DO PROTOCOLO
0052600.000913/2023-65

Para:

Divisão de Verificação e Estudos Técnicos - Científicos**Divisão de Vigilância de Mercado****Coordenação Executiva e de Gestão****Divisão de Qualidade Regulatória****Diretoria de Avaliação da Conformidade****Assunto: Sugestão de texto do Despacho para as UOs sobre a decisão do AIR de Lâmpadas LED com dispositivo de controle integrado à base (item 4 da Agenda Regulatória)..**

Prezados Chefes e Assessores,

Cumprimentando-os cordialmente, de acordo com a reunião realizada em 28/05/2024, no qual foi apresentada a Nota Técnica nº 8/2024/Diqre/Dconf-Inmetro de "**Nota Técnica de Análise de Impacto Regulatório da revisão do regulamen'to de lâmpadas LED (Portaria Inmetro nº 69/2022)**", item 4 da Agenda Regulatória 2024 -2025 (Portaria Inmetro nº 629, de 26 de dezembro de 2023), decido, em face de todos os argumentos apresentados, por acatar a alternativa 3, recomendada pela equipe da Diqre, qual seja:

- I - Ampliação do escopo do regulamento para incluir lâmpadas LED não abrangidas pelo atual regulamento (lâmpadas “âmbar”, acima de 60W, inteligentes e com controle de temperatura de cor) e luminárias LED de uso interno (indoor) e de uso externo (outdoor);
- II - Adoção de uma etiqueta (ENCE), com classificação por faixas de eficiência energética atualmente adotadas pela U.E., ou seja, de A (superior ou igual à 210 lumens por watt) a G (inferior a 85 lm/w), com informações do consumo de energia do produto em KWh quando usado por 1000 horas e com QR code que aponte para a página do registro do produto no Inmetro.
- III - Adição dos requisitos e ensaios de cintilação e efeito estroboscópico aos atuais requisitos e ensaios aplicados;
- IV - Redução da vida útil mínima do produto para 15.000 (quinze mil) horas;
- V - Alteração da certificação de modelo 5 para que a coleta de produtos para ensaios de manutenção seja realizada exclusivamente no comércio brasileiro;
- VI - Estabelecimento de uma fiscalização técnica do tipo “patrulha” (sob diligência), com uso de laboratórios acreditados e custos compartilhados com partes interessadas.

Aprovo também a execução das estratégias recomendadas na AIR como desdobramento da alternativa escolhida, atribuindo-as às UO da Dconf:

b) À Divet:

- Desenvolver da Minuta do regulamento com apoio de laboratórios e especialistas,

considerando os prazos de adequação;

- Acompanhar a realização do Estudo Técnico do Cepel;
- Desenvolver soluções para mitigar riscos da revisão de LED sobre o regulamento de LFC (risco de retardar substituição);

c) À Diqre:

- Elaborar e monitorar Indicadores da linha de base, do mercado, do produto e da efetividade;
- Estabelecer estratégia de parceria com Procel e MME para monitoramento de indicadores;

d) À Divig:

- Elaborar um Procedimento de Fiscalização Técnica do tipo “patrulha” (sob diligência), para ser anexado ao regulamento, com uso de laboratórios acreditados e custos compartilhados com partes interessadas;
- Consultar a Profe sobre dúvidas quanto ao conceito de denúncia fundamentada e custeio de ensaios pelas partes (minuta proposta em 0052600.003077/2024-51), entre outros;
- Acompanhar desdobramentos do Estudo Técnico do Cepel (aperfeiçoar fiscalização técnica e sancionar produtos irregulares);

e) À Dconf/Assessoria:

- Desenvolver e executar campanha educativa sobre EE em parceria com partes interessadas e Dicom: Lumens x Watts, Morna x Fria;
- Desenvolver ações da Interface do regulamento de LED residencial com outras PP: MME e MMA;

f) À Cexec:

- Preparação para crescimento de pelo menos 15% dos registros de LED residencial;
- Preparação para recebimento e armazenamento dos relatórios de ensaio no registro de lâmpadas e luminárias LED;
- Elaborar procedimento de verificação dos dados cadastrados, conforme relatórios de ensaio;
- Elaborar procedimento para aplicação de sanções em registro e anuência quando encontradas irregularidades no mercado;

Peço que sejam reportados os principais avanços dessas atividades nas reuniões de coordenação. Esclarecimentos sobre a alternativa regulatória ou seus desdobramentos e estratégias podem ser obtidos diretamente com a equipe da Diqre.

- Anexos:
- I - Nota Técnica nº 8/2024/Diqre/Dconf-Inmetro - Sumário Executivo (1795529);
 - II - Nota Técnica de Análise de Impacto Regulatório da revisão do regulamento de lâmpadas LED (Portaria Inmetro nº 69/2022).(1795539);
 - III - Apresentação da AIR da Revisão da Portaria nº 69/2022 (LEDs residenciais) (1813635);
 - IV - Lista de presença de reunião 28 de maio (1813639).

Atenciosamente,

Duque de Caxias, 03 de junho de 2024.



DOCUMENTO ASSINADO ELETRONICAMENTE COM FUNDAMENTO NO
ART. 6º, § 1º, DO [DECRETO Nº 8.539, DE 8 DE OUTUBRO DE 2015](#) EM
10/06/2024, ÀS 13:24, CONFORME HORÁRIO OFICIAL DE BRASÍLIA, POR

JOÃO NERY RODRIGUES FILHO

Diretor da Diretoria de Avaliação da Conformidade

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

https://sei.inmetro.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1815388** e o código CRC **FD0A34B2**.



Referência: Este Modelo integra os documentos da qualidade do Gabin/Presi e está referenciado à
NIG-Gabin-030 - Rev. 012, publicada no Sidoq em Jun/2019.

sgqi@inmetro.gov.br