



REGULAÇÃO TÉCNICA E INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE: O CASO DO PBE/ENCE NA INDÚSTRIA DE GELADEIRAS NO BRASIL¹

Jefferson Alberto Prestes*;

Walter Tadahiro Shima**.

Resumo: Este artigo discute os elementos centrais do processo regulatório técnico como instrumentos indutores de trajetórias tecnológicas inovadoras na indústria de geladeiras no Brasil. A fundamentação organiza-se em torno do encadeamento causal: intervenção regulatória → mediação institucional da qualidade → inovação. O objeto central é o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para refrigeradores, que combinam Padrões Mínimos de Desempenho Energético (MEPS) — efeito de piso — e rotulagem comparativa — efeito de *ranking*. A literatura de governança regulatória e de políticas de inovação pelo lado da demanda sustenta que regulação de desempenho e rotulagem podem induzir direcionamento tecnológico. A efetividade do instrumento depende de condições institucionais de credibilidade e verificabilidade, papel desempenhado pela Infraestrutura da Qualidade (metrologia, normalização, avaliação da conformidade e acreditação). Rótulos reduzem assimetrias informacionais e criam incentivos competitivos. Em setores maduros como o de refrigeradores, mudanças regulatórias graduais e previsíveis tendem a produzir inovações incrementais e cumulativas. O artigo examina conceitos fundamentais — regulação, regulamento técnico, norma técnica e avaliação da conformidade —, a dinâmica entre *soft law* e *hard law*, os mecanismos de efeito de piso e *ranking*, o papel da infraestrutura da qualidade, a avaliação da conformidade como condição de verificabilidade, os conceitos de inovação incremental e dependência de trajetória, e a relação entre regulação técnica, coerência institucional e competitividade.

Palavras-chave: regulação técnica; infraestrutura da qualidade;
Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE);
Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE);
avaliação da conformidade.

Código JEL: L68 - Appliances - Furniture - Other Consumer Durables;
O25 - Industrial Policy;
O33 - Technological Change: Choices and Consequences - Diffusion Processes

Área Temática: 5.4 Mudanças técnicas, organizações e instituições

¹ Jefferson Alberto Prestes, 4P/UFPR - japrestes@inmetro.gov.br; Walter Tadahiro Shima, 4P/UFPR – waltershima@ufpr.br

TECHNICAL REGULATION AND QUALITY INFRASTRUCTURE: THE CASE OF PBE/ENCE IN THE REFRIGERATOR INDUSTRY IN BRAZIL

Abstract: This article discusses the central elements of the technical regulatory process as instruments inducing innovative technological trajectories in the refrigerator industry in Brazil. The theoretical framework is organized around the causal chain: regulatory intervention → institutional quality mediation → innovation. The central object is the Brazilian Labeling Program (PBE) and the National Energy Conservation Label (ENCE) for refrigerators, which combine Minimum Energy Performance Standards (MEPS) — floor effect — and comparative labeling — ranking effect. The literature on regulatory governance and demand-side innovation policies argues that performance regulation and labeling can induce technological direction. The instrument's effectiveness depends on institutional conditions of credibility and verifiability, a role played by the Quality Infrastructure (metrology, standardization, conformity assessment and accreditation). Labels reduce information asymmetries and create competitive incentives. In mature sectors such as refrigerators, gradual and predictable regulatory changes tend to produce incremental and cumulative innovations. The article examines fundamental concepts — regulation, technical regulation, technical standard and conformity assessment —, the dynamics between soft law and hard law, the mechanisms of floor effect and ranking effect, the role of quality infrastructure, conformity assessment as a condition for verifiability, the concepts of incremental innovation and path dependence, and the relationship between technical regulation, institutional coherence and competitiveness.

Keywords: technical regulation; quality infrastructure; Brazilian Labeling Program (PBE); National Energy Conservation Label (ENCE); conformity assessment.

1 INTRODUÇÃO

Encontrar um equilíbrio dinâmico entre regulação técnica e inovação industrial é sempre um desafio. De um lado, a rigidez normativa pode inibir a inovação; de outro, a liberdade, em alguma medida, pode propiciar criatividade. Este artigo discute como condições institucionais e os instrumentos regulatórios são elementos relevantes para estabelecer trajetórias tecnológicas na indústria de geladeiras no Brasil. Trata-se de uma indústria consolidada caracterizada por intensidade em engenharia incremental e por um regime tecnológico onde as inovações ocorrem predominantemente por meio de melhorias graduais em componentes e processos. Nestas condições, mudanças regulatórias graduais e previsíveis tendem a produzir inovações incrementais e cumulativas (NELSON; WINTER, 1982; DOSI, 1982; DAVID, 1985; ARTHUR, 1994).

A discussão é centrada no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) que estabelece a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para geladeiras conduzido pelo Inmetro. O PBE/ENCE combina dois instrumentos complementares: os Padrões Mínimos de Desempenho Energético (MEPS), que estabelecem um piso regulatório eliminando do mercado os modelos mais ineficientes e a rotulagem comparativa, que cria um *ranking* de eficiência estimulando a competição por desempenho nas classes superiores

A fundamentação aqui proposta organiza-se em torno do encadeamento causal central: **intervenção regulatória → mediação institucional da qualidade → inovação**. Regulação técnica e padrões não são apenas “restrições”, mas podem atuar como instrumentos de política industrial com efeitos sobre comportamento de firmas e dinâmica competitiva. Nessa perspectiva, a literatura de governança regulatória contribui com fundamentos sobre racionalidade institucional, objetivos públicos, proporcionalidade e desenho de instrumentos (OECD, 2012). A literatura de políticas de inovação pelo lado da demanda sustenta que instrumentos como regulação de desempenho, padrões e rotulagem podem induzir direcionamento tecnológico e acelerar a difusão de soluções, ainda que com riscos de custos de conformidade e efeitos distributivos (RAUEN, 2017; OECD, 2011; BLIND, 2013).

Ao mesmo tempo, os mecanismos de efetividade do instrumento dependem de condições institucionais de credibilidade e verificabilidade. É aqui que a abordagem de Infraestrutura da Qualidade (IQ) (metrologia, normalização, avaliação da conformidade e acreditação) oferece a base para compreender como a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) pode funcionar como “sinal” estável ao consumidor e ao mercado (ABNT, 2020; UNIDO, 2018). Rótulos e *rankings* podem reduzir assimetrias informacionais e criar incentivos competitivos (AKERLOF, 1970; SPENCE, 1973), conectando informação a decisões de compra e, indiretamente, a estratégias tecnológicas das firmas.

Do ponto de vista metodológico, o artigo adota abordagem teórico-analítica, de caráter interpretativo, com base em revisão bibliográfica e análise documental. A investigação mobiliza literatura nacional e internacional sobre regulação técnica, políticas de inovação pelo lado da demanda, infraestrutura da qualidade, avaliação da conformidade, trajetórias tecnológicas e dependência de trajetória, articulando esses referenciais ao estudo do caso do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para refrigeradores no Brasil.

No plano documental, foram examinados atos normativos, portarias, referências técnicas e documentos institucionais relacionados ao PBE/ENCE e à governança regulatória aplicável ao setor, com o objetivo de reconstruir o encadeamento entre requisitos regulatórios, condições institucionais de verificabilidade e possíveis efeitos sobre a dinâmica tecnológica do segmento. Este artigo não pretende realizar teste causal estrito ou mensuração econométrica de impacto. Seu propósito é propor uma interpretação teoricamente informada dos mecanismos pelos quais a regulação técnica, ancorada na infraestrutura da qualidade, pode atuar como indutora de inovação incremental em uma indústria madura.

O artigo estrutura-se em sete seções. A primeira seção estabelece os conceitos fundamentais, distinguindo regulação, regulamento técnico, norma técnica e avaliação da conformidade, além de discutir a dinâmica entre instrumentos de *soft law* e *hard law* no arcabouço institucional brasileiro. A segunda seção examina a regulação técnica como política de inovação pelo lado da demanda, detalhando os mecanismos de efeito de piso e efeito de *ranking* operacionalizados pelo PBE/ENCE. A terceira seção aborda a

infraestrutura da qualidade e seu papel na credibilidade do sinal regulatório, destacando a função da metrologia e da normalização. A quarta seção aprofunda a avaliação da conformidade como condição de verificabilidade do desempenho declarado, discutindo os Programas de Avaliação da Conformidade (PAC) e seus componentes. A quinta seção introduz os conceitos de inovação incremental, trajetórias tecnológicas e dependência de trajetória, fundamentais para compreender a dinâmica de resposta das firmas aos estímulos regulatórios. A sexta seção discute a relação entre regulação técnica, coerência institucional e competitividade, considerando o alinhamento a padrões internacionais. Ao final estão as conclusões principais. A sétima seção apresenta as conclusões principais.

2 CONCEITOS FUNDAMENTAIS: A HIERARQUIA NORMATIVA

A análise dos impactos dos instrumentos normativos sobre o desenvolvimento industrial exige uma base conceitual que transcenda a mera descrição técnica. A regulação técnica envolve dimensões econômicas, jurídicas e políticas que moldam a inovação e a competitividade. Para tanto, é imperativo distinguir **regulação** de **regulamentação**, termos frequentemente confundidos, mas que possuem papéis distintos no arcabouço institucional brasileiro.

A regulação é aqui compreendida como o conceito "guarda-chuva" que abrange os mecanismos utilizados pelo Estado para orientar, controlar ou induzir comportamentos econômicos e sociais (OECD, 2011; MAJONE, 1996). Já a regulamentação técnica é o seu braço operacional: expressa-se por documentos obrigatórios que estabelecem requisitos para a fabricação e comercialização de produtos, visando proteger objetivos legítimos como a saúde, a segurança e a eficiência energética (INMETRO, 2015).

Diferente das normas técnicas, que são voluntárias e baseadas no consenso entre pares (ABNT, 2009), os regulamentos técnicos são impositivos. No entanto, a força da regulação contemporânea reside na simbiose entre ambos: o Estado frequentemente incorpora normas voluntárias em regulamentos obrigatórios, transformando padrões técnicos em barreiras legais à entrada de produtos ineficientes. Esta engrenagem é sustentada pela Avaliação da Conformidade (AC), o processo que garante que a eficiência declarada na etiqueta (ENCE) seja real e verificável. O QUADRO 1 sintetiza estas distinções funcionais.

QUADRO 1 - COMPARATIVO CONCEITUAL ENTRE REGULAÇÃO, AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE, REGULAMENTO TÉCNICO E NORMA TÉCNICA

TERMO	DEFINIÇÃO	PAPEL
Regulação	Intervenção do Estado por meio de instrumentos econômicos, jurídicos ou técnicos para orientar ou restringir comportamentos sociais e econômicos (MAJONE, 1996; OECD, 2011).	Corrigir falhas de mercado, garantir direitos coletivos e promover objetivos estratégicos de política pública. (OCDE, 2011).
Avaliação da Conformidade	É um processo que verifica se produtos, serviços ou sistemas atendem a requisitos técnicos estabelecidos em regulamentos ou normas, podendo envolver certificação, ensaios laboratoriais e inspeções (Inmetro, 2022).	Garante que os requisitos regulatórios definidos nos regulamentos sejam atendidos de forma eficiente e com menor custo social (CONMETRO, 2002).
Regulamento Técnico	É obrigatório. Governamental. Documento estabelecido por uma autoridade reguladora que define requisitos técnicos obrigatórios para produtos, processos ou serviços, garantindo segurança, qualidade e conformidade com normas nacionais e internacionais (OMC, 1995).	Estabelece requisitos obrigatórios para garantir segurança e eficiência (INMETRO, 2025).
Norma Técnica	É voluntário. Não governamental. Documento aprovado por uma instituição reconhecida, que prevê regras, diretrizes ou características para produtos, processos e métodos de produção, sendo de observância não obrigatória. Pode incluir prescrições sobre terminologia, símbolos, embalagem, marcação ou etiquetagem (ABNT, 2024).	Fornece diretrizes consensuais para a padronização de atividades (ABNT, 2024).

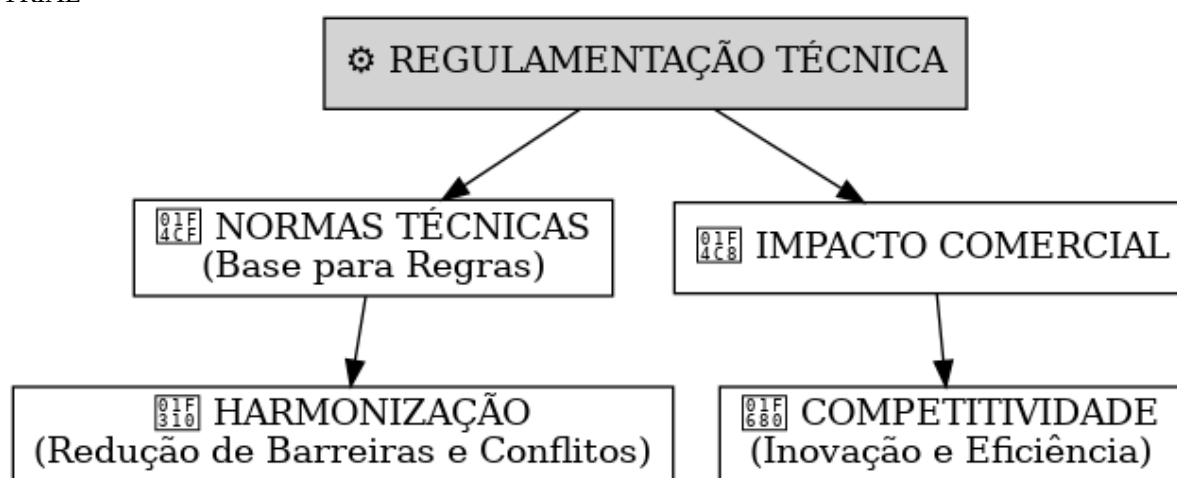
FONTE: O Autor (2026)

A regulamentação técnica emerge como o elo estratégico entre as diretrizes de política pública e a dinâmica produtiva. A compreensão deste instrumento ganha profundidade quando situada no contexto do desenvolvimento econômico. Como argumenta Chang (2004), o desenvolvimento industrial de países avançados historicamente dependeu de uma combinação de proteção de mercados e exigências técnicas

rigorosas — uma estratégia que o autor denomina "chutar a escada", referindo-se à tendência destes países de deslegitimar tais práticas após alcançarem a fronteira tecnológica.

Para a indústria brasileira de refrigeradores, esta perspectiva reforça que os regulamentos técnicos do Inmetro não são neutros; eles devem ser calibrados para induzir a modernização sem inviabilizar a produção local. A convergência com normas internacionais (OMC/IEC) atua, portanto, como uma faca de dois gumes: reduz fricções comerciais globais, mas exige uma IQ robusta para que as firmas nacionais possam responder ao aumento do rigor regulatório. A FIGURA 1 ilustra esta interação entre normas, regulamentos e competitividade.

FIGURA 1 - INTERAÇÃO ENTRE REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA, NORMAS TÉCNICAS E COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL



FONTE: O Autor (2026)

No domínio dos bens duráveis, a regulamentação técnica materializa-se em requisitos de desempenho que combinam Padrões Mínimos de Desempenho Energético (*Minimum Energy Performance Standards* – MEPS) e transparência informacional. Sob a ótica do "Estado Regulador" (MAJONE, 1996), a legitimidade destas intervenções depende da capacidade técnica e da previsibilidade. Regras estáveis e prazos de transição compreensíveis reduzem a incerteza e permitem que as empresas planejem os seus investimentos em engenharia. Pelo contrário, a instabilidade normativa ou alterações erráticas de referência criam "ruído regulatório", elevando os custos de conformidade e enfraquecendo o sinal informacional da etiqueta. No caso dos refrigeradores, a combinação entre rigor técnico e informação padronizada é o mecanismo que corrige simultaneamente a assimetria de informação (o consumidor não conhece o consumo real sem a etiqueta) e as externalidades ambientais (consumo excessivo de energia). Para economias em desenvolvimento, esse dilema é particularmente relevante, pois a regulamentação pode tanto induzir aprendizado tecnológico quanto se converter em obstáculo quando mal calibrada (ABRAMOVITZ, 1986; KIM, 1997).

No contexto internacional existem instrumentos de *soft law* que podem facilitar a convergência regulatória entre países sem a rigidez típica de tratados e regulações formais, enquanto a *hard law* assegura padrões mínimos obrigatórios, reforçando previsibilidade e segurança jurídica (TRUBEK; TRUBEK, 2005). A interação entre *soft law* e *hard law* permite combinar flexibilidade e estabilidade. No Brasil, essa combinação é observável quando normas técnicas voluntárias são adotadas pelo setor produtivo e, posteriormente, incorporadas a requisitos mandatórios em regulamentos e portarias. No redesenho recente do Plano Brasileiro de Etiquetagem (PBE)² para refrigeradores, o Inmetro registra a adoção de método de

² Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) aplicáveis a refrigeradores e assemelhados — com marcos em 2006, 2015 e 2021 — constituem intervenções de política pública que alteram incentivos e padrões de conformidade e, por essa via, podem produzir mudanças observáveis no desempenho energético dos modelos ofertados no mercado brasileiro.

ensaio associado a normas International Electrotechnical Commission (IEC) (IEC 62552-2:2020 e IEC 62552-3:2020), articulada a alterações normativas que impactam diretamente o regime informacional da etiqueta e a comparabilidade do desempenho (Portarias Inmetro nº 332/2021 e nº 736/2024) (INMETRO, 2021; INMETRO, 2024).

Nesse cenário, instrumentos mandatórios podem operar como *enforcement ex-ante*, por meio de avaliação da conformidade antes da disponibilização do produto no mercado, ao passo que padrões formalmente voluntários podem adquirir força prática por sua incorporação em contratos, compras, exigências de mercado e critérios técnicos que orientam decisões regulatórias e judiciais. No campo do consumidor, o Código de Defesa do Consumidor estabelece deveres de segurança e informação e é frequentemente interpretado com apoio em referências técnicas para caracterizar adequação e defeito do produto (BRASIL, 1990). O QUADRO 2 detalha como esta interação permite que o sistema regulatório brasileiro seja, ao mesmo tempo, flexível para incorporar inovações e rigoroso na sua aplicação legal.

QUADRO 2 - DINÂMICA *SOFT LAW* VS *HARD LAW* NA REGULAÇÃO TÉCNICA

ASPECTO	<i>SOFT LAW</i>	<i>HARD LAW</i>
Natureza Jurídica	Não obrigatória (orientativa)	Obrigatória (coercitiva)
Exemplos	Normas ISO, guias técnicos, códigos de conduta, diretrizes internacionais	Regulamentos técnicos, leis, decretos, portarias ministeriais
Origem	Organismos técnicos e multilaterais (ISO, ABNT, Codex, OCDE)	Autoridades regulamentadoras nacionais
Aplicabilidade	Voluntária, mas com forte valor normativo e reputacional	Impositiva, com sanções em caso de descumprimento
Função principal	Facilitar convergência normativa e inovação flexível	Garantir segurança jurídica e padrões mínimos obrigatórios
Relevância no comércio	Estratégica para facilitar acordos, certificações e reconhecimento mútuo internacional	Essencial para cumprimento de obrigações formais no mercado regulado

FONTE: O Autor (2026) com base em ABBOTT & SNIDAL (2000), TRUBEK & TRUBEK (2005), e OECD (2010)

3 REGULAÇÃO TÉCNICA COMO POLÍTICA DE INOVAÇÃO PELO LADO DA DEMANDA

O PBE/ENCE se caracteriza como uma Política de Inovação pelo lado da Demanda (*Demand-Side Policy*). Diferente das políticas de oferta, que subsidiam a tecnologia, as políticas de demanda estruturam o mercado para que a inovação seja a única resposta viável à competição (RAUEN, 2017; OECD, 2011). Em programas de eficiência energética, é recorrente a complementaridade entre padrões mínimos de desempenho energético (MEPS – efeito de piso) e rotulagem/etiquetagem (efeito de *ranking*) (ENCE). O MEPS restringe a oferta de produtos abaixo de um limiar, enquanto a rotulagem padronizada amplia a comparabilidade e permite diferenciação competitiva por desempenho, reforçando incentivos reputacionais e comerciais associados às melhores classes. Essa arquitetura é típica de instrumentos de demanda porque atua diretamente sobre o lado do mercado (informação e preferências) e sobre condições de competição (exigências mínimas), induzindo respostas tecnológicas graduais e cumulativas (OECD, 2011; RAUEN, 2017).

Mais especificamente, Padrões Mínimos de Desempenho (MEPS) operam como um "piso regulatório" (*floor effect*), eliminando do mercado os modelos obsoletos e garantindo que nenhuma tecnologia abaixo de um limiar de eficiência seja ofertada e Rotulagem Energética (ENCE) opera como um indutor de excelência (*ranking effect*), estimulando a oferta de modelos que superam as exigências básicas para capturar consumidores mais exigentes. A literatura internacional (IEA, 2000; WIEL; MCMAHON, 2001) demonstra que a máxima eficácia regulatória ocorre na simbiose entre dois instrumentos complementares. Essa combinação desloca a distribuição de eficiência de todo o setor em direção à fronteira tecnológica. Conforme apontado pela OMC (2013), a eficácia desses instrumentos depende da estabilidade do método de ensaio. Mudanças frequentes sem transição adequada podem gerar "ruído" na série histórica.

No caso brasileiro, o PBE/ENCE para refrigeradores se ancora em requisitos e procedimentos normativos do Inmetro (Portaria Inmetro nº 332/2021 e alterações posteriores, como a Portaria Inmetro/MDIC nº 736/2024) e em referências técnicas de método de ensaio, incluindo normas IEC (IEC 62552), que estruturam o cálculo do desempenho e, por consequência, a formação do índice e da classe

informada ao consumidor. Assim, o PBE/ENCE pode ser interpretado como um instrumento de política de inovação pelo lado da demanda: ele combina disciplina regulatória (*hard law*) e referências técnicas (*soft law* incorporada) para produzir um sinal informacional comparável (classe/índice) e um piso regulatório que, em conjunto, realocam a competição para a fronteira de eficiência energética (INMETRO, 2021; INMETRO, 2024; INMETRO, 2025).

Portanto, este mecanismo opera por meio de dois efeitos fundamentais:

- Floor Effect (Efeito de Piso):** Os padrões mínimos (MEPS) retiram do mercado as tecnologias obsoletas e ineficientes, estabelecendo um patamar tecnológico básico.
- Ranking Effect (Efeito de Ranking):** A rotulagem (ENCE) cria uma escala de excelência que permite às firmas capturarem valor reputacional.

Em setores maduros, como o de refrigeração doméstica, esta arquitetura é o motor da inovação incremental. A pressão das atualizações normativas do Inmetro (2006, 2015, 2021) força o refinamento exaustivo de componentes — compressores, isolamento térmico e vedação — para que os modelos migrem em direção às classes superiores da etiqueta. O QUADRO 3 sintetiza como estes componentes do PBE se traduzem em mecanismos de indução tecnológica.

QUADRO 3 - INSTRUMENTOS REGULATÓRIOS E EFEITOS ESPERADOS NO PBE/ENCE PARA REFRIGERADORES

COMPONENTE	DEMAND-SIDE	OPERACIONALIZAÇÃO NO PBE/ENCE	MECANISMO ESPERADO
Rotulagem (ENCE)	Instrumento informacional (sinal ao mercado)	Classe/índice exibidos ao consumidor	<i>Ranking effect</i> (competição por desempenho)
Piso de desempenho (MEPS)	Regulação por desempenho (criação de mercado)	Limiares/requisitos mínimos	<i>Floor effect</i> (retirada da cauda ineficiente)
Método de ensaio	Padrão técnico habilitador da comparabilidade	IEC 62552 no cálculo do índice/classe	<i>Measurement effect</i> (credibilidade do sinal)
Atualizações normativas	Calibração dinâmica do instrumento	Portarias e cronogramas de transição	<i>Dynamic tightening</i> (pressão incremental)

FONTE: O Autor (2026) com base em RAUEN (2017) E OECD (2011)

4 INFRAESTRUTURA DA QUALIDADE E AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE: A CREDIBILIDADE DO SINAL

Os instrumentos de rotulagem só produzem efeitos na trajetória tecnológica quando sustentados por uma IQ que garanta a verificabilidade do atributo eficiência energética. Analiticamente, a IQ e a AC são tratadas como **variáveis intervenientes** que asseguram a estabilidade do significado empírico da ENCE. Sem este aparato, a assimetria de informação entre fabricantes e consumidores inviabilizaria a competição por desempenho, tornando o rótulo um sinal vazio de valor econômico. A IQ é definida como o conjunto articulado de instituições e políticas necessárias para assegurar a confiança nos mercados, apoiar a inovação e facilitar o comércio (UNIDO, 2019; SWANN, 2010). No entanto, sua função transcende a proteção ao consumidor; ela constitui uma infraestrutura informacional que reduz custos de transação ao promover a interoperabilidade tecnológica e a difusão de inovações (OECD, 2021).

No contexto brasileiro, a IQ está ancorada no Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro), sob coordenação do Inmetro. Este sistema garante a rastreabilidade metrológica, permitindo que o desempenho medido em laboratório seja comparável e aceito como informação econômica válida. A experiência internacional, como a da Coreia do Sul analisada por Kim (1997), demonstra que o rigor institucional é o motor que transforma a norma em resposta produtiva, reduzindo defasagens tecnológicas por meio de mecanismos de controle e aprendizagem incremental.

Complementarmente, os padrões técnicos operam como mecanismos de coordenação de expectativas. Blind (2004, 2013) argumenta que padrões reduzem incertezas tecnológicas e facilitam o aprendizado setorial. Em mercados onde os atributos são de difícil observação direta — como a eficiência energética de um compressor —, a padronização dos critérios de ensaio é a condição *sine qua non* para que a concorrência se organize em torno do desempenho. Embora padrões possam, por vezes, gerar *lock-in* tecnológico (DAVID, 1985), no PBE/ENCE eles atuam como plataformas para o incrementalismo. Ao codificar soluções técnicas e estabelecer metas de desempenho, os padrões orientam a trajetória tecnológica

das firmas, permitindo que o "sinal" da etiqueta seja decodificado tanto pelo mercado quanto pelos departamentos de engenharia. Padrões técnicos e sistemas de avaliação da conformidade podem ser interpretados como infraestrutura que reduz custos de transação, sustenta interoperabilidade e viabiliza mercados baseados em atributos técnicos verificáveis. Em mercados com atributos de difícil observação (como eficiência energética), a padronização dos critérios de ensaio e classificação é condição para que o consumidor compare alternativas e para que a concorrência se organize em torno de desempenho. Além de seus efeitos de coordenação, padrões influenciam processos de inovação ao orientar trajetórias tecnológicas, codificar soluções e, por vezes, estabelecer plataformas para incrementalismo e modularização (BLIND, 2013). A direção desse efeito é ambivalente: padrões podem acelerar difusão e compatibilidade, mas também cristalizar escolhas e gerar *lock-in* quando há dependência de trajetória (DAVID, 1985; ARTHUR, 1994).

4.1 AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE E CREDIBILIDADE DOS SINAIS REGULATÓRIOS

A sinalização regulatória só produz efeitos consistentes quando há verificabilidade. A avaliação da conformidade (inspeção, ensaio, certificação e mecanismos correlatos) é a ponte entre um requisito normativo e a confiança do mercado no cumprimento desse requisito (ABNT, 2020). Em programas de rotulagem, a robustez do método de ensaio, a rastreabilidade metrológica e a credibilidade de laboratórios e organismos são determinantes para que classes e índices sejam aceitos como informação econômica válida. Para isso, a AC opera como o mecanismo institucional que transforma o rigor das portarias em evidência processual rastreável. Quanto maior a credibilidade da IQ, maior o custo reputacional e regulatório do descumprimento e maior o valor informacional da etiqueta para o consumidor e para estratégias competitivas das firmas.

A efetividade de uma regulação técnica orientada a desempenho (como a que estrutura a rotulagem energética) depende das condições institucionais que tornem o resultado **mensurável, verificável e comparável**. Nesse ponto, a AC é central: trata-se do procedimento que busca gerar um grau adequado de confiança de que produtos, processos ou serviços atendem aos requisitos definidos na base normativa (INMETRO, 2024). A AC opera como o mecanismo institucional que transforma requisitos normativos em evidência processual rastreável, sustentando a credibilidade do desempenho declarado.

Para o PBE/ENCE, essa rastreabilidade é sustentada por um encadeamento de rotinas que garantem que o "número" impresso na etiqueta não seja ruidoso. A robustez dos métodos de ensaio e a acreditação de laboratórios elevam o custo reputacional do descumprimento, aumentando o valor informacional da ENCE para as estratégias competitivas das firmas. Assim, a AC é a condição de validade empírica para utilizar a trajetória do PBE como prova de indução tecnológica.

A avaliação da conformidade não é apenas como um "mecanismo de controle", mas uma condição de validade empírica para utilizar a trajetória do PBE como evidência. Ao ancorar comparabilidade e credibilidade do desempenho declarado, a AC reduz assimetrias de informação e dá sustentação ao "sinal informacional" (ENCE) para o consumidor e para o mercado. Isso reforça a plausibilidade do vínculo causal entre intervenções regulatórias e trajetórias observadas de desempenho energético, mesmo reconhecendo que indicadores agregados (consumo/eficiência) não identificam, isoladamente, o tipo específico de mudança tecnológica subjacente.

No arcabouço regulatório nacional, a governança da qualidade é operacionalizada pelo Programa de Avaliação da Conformidade (PAC), estruturado em dois eixos complementares que definem as "regras do jogo":

- **Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ):** Estabelece o "o quê" — os critérios técnicos e os limiares de desempenho que o produto deve atender.
- **Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC):** Estabelece o "como" — o rito processual, os ensaios laboratoriais e as regras de auditoria que geram a confiança pública.

Mercados de bens duráveis, como o de refrigeração, são marcados por assimetrias informacionais profundas. Atributos críticos, como o consumo elétrico real e o custo operacional, são "invisíveis" no ato da compra. Segundo Akerlof (1970), na ausência de sinais claros de qualidade, o mercado tende à **seleção adversa**, onde produtos ineficientes (de menor custo de produção) expulsam os de maior qualidade técnica.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) atua, portanto, como uma **política de informação**. Ela reduz os custos de busca (STIGLER, 1961) e mitiga a seleção adversa ao converter um atributo técnico latente em um sinal padronizado e comparável. Ao tornar o desempenho observável, o PBE cria um "gradiente competitivo": a diferenciação entre marcas passa a incorporar o custo de uso. Para a firma, isso altera o *payoff* das decisões de projeto; o investimento em engenharia para reduzir o consumo deixa de ser um "custo oculto" e passa a ser um ativo reputacional capturado pelas classes superiores (A, A+, A++).

5 INOVAÇÃO INCREMENTAL, TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS E DEPENDÊNCIA DE TRAJETÓRIA

No setor de refrigeração doméstica — um setor maduro e intensivo em engenharia — as firmas operam sob um conjunto de rotinas produtivas e de projeto que são difíceis de alterar abruptamente. A inovação, nesse contexto, não é um evento aleatório, mas o resultado de um processo de "busca" (*search*) por melhorias que ocorrem dentro de trajetórias tecnológicas já estabelecidas (DOSI, 1982). A regulação técnica do Inmetro é um mecanismo de seleção exógeno. Em um ambiente sem regulação, as rotinas das firmas poderiam se estabilizar em tecnologias de baixo custo e baixa eficiência. Entretanto, ao introduzir e atualizar os índices do PBE/ENCE, o regulador altera o "ambiente de seleção" das firmas: rotinas que produzem refrigeradores ineficientes tornam-se obsoletas ou ilegais (via MEPS), forçando as empresas a ativarem seus processos de busca por novas configurações técnicas.

Para o contexto brasileiro, essa dinâmica assume a forma de um *catching up* incremental (TIGRE, 2006). Diferente da inovação na fronteira (onde se criam novos paradigmas), o esforço da indústria nacional consiste em adotar, adaptar e aperfeiçoar tecnologias já consolidadas globalmente para atingir os novos limiares de eficiência exigidos localmente. Esse processo de aprendizado (*learning-by-doing* e *learning-by-designing*) é o que permite que fabricantes instalados no Brasil migrem de tecnologias tradicionais para soluções mais eficientes, como compressores de velocidade variável ou novos fluidos refrigerantes, em resposta ao cronograma das portarias.

Contudo, essa trajetória não é isenta de fricções, sendo marcada pela dependência de trajetória (*path dependence*). Conforme discutido por David (1985) e Arthur (1994), as escolhas tecnológicas do passado e os altos investimentos em plantas industriais específicas podem gerar efeitos de *lock-in*, onde a firma fica "presa" a uma tecnologia subótima por ser financeiramente oneroso mudar o paradigma produtivo. Se o rigor regulatório for insuficiente ou as atualizações muito lentas, o sistema pode cristalizar uma frota de produtos ineficientes, pois não haveria incentivo econômico para romper com a inércia das rotinas estabelecidas.

Por fim, o *timing* e o desenho do instrumento regulatório revelam-se cruciais. Atualizações graduais, sinalizadas com antecedência pelo Inmetro, permitem que o investimento em engenharia seja amortizado ao longo do ciclo de vida dos produtos, transformando a regulação em um "guia" para o desenvolvimento tecnológico. Por outro lado, mudanças abruptas ou imprevisíveis podem elevar os custos de conformidade a níveis proibitivos, provocando não a inovação, mas a redução da variedade de modelos ou o fechamento de linhas de produção, afetando a estrutura competitiva do mercado nacional.

Em economias emergentes, a padronização técnica transcende a mera função normativa, sendo operada como uma estratégia pragmática de modernização produtiva. Sua eficácia reside na capacidade de reduzir custos de transação e conferir credibilidade a atributos técnicos que, embora críticos, são "invisíveis" no ato do consumo — como é o caso da eficiência energética. Sob essa ótica, as normas técnicas constituem uma **"infraestrutura invisível"** (TASSEY, 2000), provendo a linguagem comum e as referências de projeto necessárias para a coordenação entre agentes e para a difusão incremental de melhorias tecnológicas (BLIND, 2004).

Além do caráter informacional, a padronização exerce uma função organizacional profunda: ao codificar requisitos e métodos de ensaio, ela estabiliza as rotinas de produção e verificação. No setor de bens duráveis, essa estabilização é o que permite que o mercado opere com base em atributos mensuráveis, transformando o desempenho técnico em um parâmetro inteligível para o consumidor e, fundamentalmente, acionável para as estratégias de engenharia das firmas (SWANN, 2010; BLIND, 2004).

Entretanto, a literatura contemporânea alerta que a relação entre normalização e inovação não é linear. Trabalhos seminais de Blind (2012) e Swann (2010) sugerem que essa interação se comporta segundo uma curva de otimização, na qual o impacto do rigor regulatório sobre o progresso técnico depende de sua calibração institucional. Essa dinâmica é sintetizada na FIGURA 2, que mapeia o *trade-off* entre o nível de exigência normativa e a taxa de resposta tecnológica do setor.

FIGURA 2 – CURVA DE OTIMIZAÇÃO DA NORMA x INOVAÇÃO



FONTE: O Autor (2026) baseado em Blind (2012) e Swann (2010)

A análise desse modelo permite identificar três estágios críticos, fundamentais para a interpretação dos ciclos regulatórios do PBE/ENCE:

- **Zona de Acomodação:** Caracteriza-se por normas defasadas ou requisitos de baixo rigor. Nesse estágio, o sinal regulatório é insuficiente para desafiar o *status quo* tecnológico, resultando em inércia produtiva. As firmas tendem a manter tecnologias maduras e processos já amortizados, uma vez que a ausência de pressão externa não justifica os riscos de novos investimentos em eficiência.
- **Ponto Ótimo de Pressão (Efeito Porter):** À medida que o rigor normativo aumenta e os critérios se tornam mais exigentes, a norma passa a atuar como um catalisador da inovação. Nesse patamar, a regulação reduz a incerteza ao sinalizar a direção do progresso técnico, focando os esforços de P&D em metas claras de desempenho. Esse fenômeno corrobora a **Hipótese de Porter** (PORTER; VAN DER LINDE, 1995), sugerindo que pressões regulatórias bem desenhadas induzem eficiências que podem compensar os custos de conformidade.
- **Zona de Restrição:** Ocorre quando o rigor ultrapassa as capacidades de absorção do setor ou quando a prescrição se torna excessivamente detalhada. Nesse limiar, o padrão deixa de orientar e passa a inibir a criatividade técnica. O aumento proibitivo nos custos de conformidade e a rigidez dos métodos podem gerar barreiras à entrada de novas soluções e cristalizar trajetórias subótimas (*lock-in*), prejudicando a diversidade tecnológica (BLIND, 2004).

5.1 MECANISMOS PELOS QUAIS NORMAS TÉCNICAS PODEM IMPULSIONAR A INOVAÇÃO

A literatura especializada reconhece uma dualidade funcional intrínseca aos padrões técnicos em relação à dinâmica inovativa. Por um lado, as normas podem acelerar a difusão de tecnologias e reduzir as incertezas de mercado ao estabelecerem bases comuns para a engenharia aplicada e para a aceitação de novas soluções pelo consumidor. Por outro, quando se tornam excessivamente prescritivas ou permanecem defasadas frente ao estado da arte, podem reduzir a diversidade tecnológica e cristalizar trajetórias subótimas via efeitos de *lock-in* (BLIND, 2012; TASSEY, 1995).

Em setores industriais maduros, como o de refrigeração doméstica, essa tensão é mediada pelo fenômeno do incrementalismo cumulativo. Nesse contexto, a inovação raramente se manifesta por rupturas de paradigma, mas sim por melhorias graduais em componentes e na integração sistêmica do produto. Sob tal regime, os padrões e requisitos de desempenho operam como mecanismos de orientação estratégica. Eles estabelecem "alvos" verificáveis que modulam o ritmo e o sentido do esforço tecnológico das firmas, sem necessariamente determinar a solução técnica específica. Dessa forma, a regulação provê o "piso" de eficiência, enquanto a rotulagem estimula a busca pelo topo da escala competitiva (BLIND, 2012; SWANN, 2010). O QUADRO 4 sintetiza os principais mecanismos pelos quais as normas técnicas impulsionam a inovação no âmbito do PBE/ENCE.

QUADRO 4 - MECANISMOS PELOS QUAIS NORMAS TÉCNICAS PODEM IMPULSIONAR A INOVAÇÃO

MECANISMO	DESCRIÇÃO	EFEITO ESPERADO NA INOVAÇÃO (SINAL)
Redução de Variedade	Elimina produtos ineficientes do mercado.	(+) Concentra recursos em tecnologias superiores. (-) Risco de eliminar tecnologias nascentes promissoras.
Redução de Informação	Etiquetas e rotulagem (Ex: Ence).	(+) Cria competição por diferenciação (consumidor escolhe o melhor).
Interoperabilidade	Define interfaces e padrões de teste.	(+) Reduz risco para o inovador (sabe que vai funcionar). (+) Cria economias de escala.
Difusão Tecnológica	Norma codifica o "estado da arte".	(+) Transfere conhecimento de ponta para empresas atrasadas (<i>catch-up</i>).
Antecipação de Mercado	Norma define metas futuras (ex: metas 2030).	(+) Reduz incerteza do investimento em P&D engenharia de processos de longo prazo.

FONTE: O Autor (2026) com base em BLIND (2004), SWANN (2010), TASSEY (2000) E OECD (2017).

O impacto positivo das normas sobre a trajetória de desempenho energético depende da capacidade institucional de equilibrar o rigor técnico com a flexibilidade regulatória. Ao promover simultaneamente a interoperabilidade e a transparência informacional, o PBE/ENCE não apenas moderniza o parque instalado, mas também reforça a competitividade da indústria nacional. A adoção de padrões globais harmonizados — prática observável nas revisões recentes que incorporam métricas internacionais — ilustra como a padronização atua como um vetor de inserção do setor de refrigeração em cadeias globais de valor, facilitando a convergência entre eficiência produtiva e sustentabilidade ambiental.

6 REGULAÇÃO TÉCNICA, COERÊNCIA INSTITUCIONAL E COMPETITIVIDADE

A eficácia do PBE/ENCE não depende apenas do rigor dos requisitos, mas da coerência normativa e **institucional** do arranjo regulatório. Argumenta-se que o alinhamento seletivo e incremental a referências internacionais reduz incertezas e fricções de coordenação, transformando a regulação em um ativo de competitividade setorial (OMC, 2013; OECD, 2018).

No cenário global, a regulamentação técnica deixou de ser um detalhe burocrático para se converter em fator determinante do comércio internacional. O Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (TBT) da Organização Mundial do Comércio estabelece que regulamentos e procedimentos de avaliação da conformidade não devem criar obstáculos desnecessários ao comércio, preservando objetivos legítimos de política pública (OMC, 2014). Para uma economia emergente como a brasileira, o incentivo ao uso de normas internacionais não é apenas uma obrigação diplomática, mas uma estratégia para mitigar o chamado "custo de ser diferente".

O alinhamento do PBE/ENCE a padrões globais — exemplificado pela adoção das normas IEC 62552 para refrigeradores — funciona como uma "régua de consistência" para a indústria nacional. Ao adotar metodologias de ensaio reconhecidas globalmente, o Inmetro permite que os fabricantes instalados no Brasil reduzam duplicidades de testes e adaptem seus projetos a uma métrica comum ao mercado internacional. Como apontado por Ganslandt e Markusen (2001), quando o regulamento doméstico espelha a fronteira tecnológica internacional, ele deixa de ser uma barreira protecionista e passa a ser uma credencial de qualidade, facilitando a inserção em cadeias globais de valor e reduzindo o risco de obsolescência tecnológica.

6.1 REGULAÇÃO COMO ATIVO DE COMPETITIVIDADE: A HIPÓTESE DE PORTER NO *CATCHING UP*

A articulação entre a IQ, regulamentos técnicos e política industrial é um determinante crítico para a competitividade sistêmica. Segundo Porter (1990), as pressões institucionais e regulatórias podem sustentar vantagens competitivas nacionais se forem capazes de induzir a eficiência e a inovação. A **Hipótese de Porter** (PORTER; VAN DER LINDE, 1995) sugere que regulações bem desenhadas — caracterizadas por metas progressivas, previsibilidade e foco em resultados — estimulam as firmas a buscarem inovações que compensam os custos de conformidade.

Para o processo de *catching up* brasileiro, esse papel assume um caráter estratégico e, por vezes, ambivalente (ABRAMOVITZ, 1986). De um lado, requisitos rigorosos forçam o aprendizado tecnológico e a modernização produtiva das plantas locais; de outro, exigências desalinhadas da capacidade institucional ou de referências internacionais podem produzir "ruído regulatório" e elevar custos transacionais sem ganhos reais de desempenho. Portanto, a coerência do arranjo — expressa por cronogramas de transição factíveis e transparência procedimental — é o que define se a regulação atuará como um vetor de modernização industrial ou como um obstáculo desproporcional ao desenvolvimento (KIM, 1997; BLIND, 2012).

A ENCE deve operar como um instrumento de coordenação de expectativas. A eficácia da indução tecnológica é reforçada quando o sinal informacional possui saliência — ou seja, quando fabricantes, varejistas e consumidores utilizam as classes de eficiência como critério primário de comunicação e escolha. Se a etiqueta é onipresente e confiável, ela reduz as assimetrias informacionais e permite que a concorrência se organize em torno de atributos técnicos verificáveis, e não apenas em torno do preço nominal do produto.

Os marcadores documentais (como a clareza das portarias e o uso de justificativas técnicas baseadas em evidências) indicam a coerência do lado do regulador. Já a evidência observacional de varejo (físico e digital) demonstra se o instrumento de fato "pousou" no mercado como um atributo de diferenciação comercial. Se as regras são estáveis e o sinal é visível, os custos de coordenação setorial diminuem, tornando plausível que a pressão regulatória resulte em uma trajetória sustentada de melhoria de desempenho. Por outro lado, a instabilidade normativa ou a baixa visibilidade do instrumento sugerem uma interrupção na cadeia causal da política pública, onde o "sinal" não se converte em "linguagem competitiva" (UNCTAD, 2019; OECD, 2010).

7 CONCLUSÃO

Este artigo abordou os elementos centrais do processo regulatório técnico não apenas como restrições normativas, mas como instrumentos indutores de trajetórias tecnológicas inovadoras na indústria de geladeiras no Brasil. O fundamento central está no encadeamento causal: **intervenção regulatória** → **mediação institucional da qualidade** → **inovação**, demonstrando que regulação técnica e padrões podem atuar como instrumentos de política industrial com efeitos sobre o comportamento das firmas e a dinâmica competitiva.

Foi discutido o PBE/ENCE como uma política de inovação pelo lado da demanda. Diferentemente das políticas de oferta, que subsidiam a tecnologia, as políticas de demanda estruturam o mercado para que a inovação seja a única resposta viável à competição. No caso dos refrigeradores, a arquitetura regulatória

combina Padrões Mínimos de Desempenho Energético (MEPS), que operam como piso regulatório eliminando do mercado os modelos obsoletos (efeito de piso), e a rotulagem comparativa, que estimula a oferta de modelos que superam as exigências básicas para capturar consumidores mais exigentes (efeito de *ranking*). Conforme apontado pela literatura internacional e pela experiência do PBE, essa combinação desloca a distribuição de eficiência de todo o setor em direção à fronteira tecnológica.

Ficou evidenciado que a eficácia do PBE/ENCE como indutor da inovação depende fundamentalmente da IQ (metrologia, normalização, avaliação da conformidade e acreditação que constituem o aparato institucional que garante a verificabilidade do atributo eficiência energética). Sem este arcabouço, a assimetria de informação entre fabricantes e consumidores inviabilizaria a competição por desempenho, tornando o rótulo um sinal vazio para a competição. A AC opera como o mecanismo que transforma requisitos normativos em evidência rastreável, sustentando a credibilidade do desempenho declarado e elevando o custo reputacional e regulatório do descumprimento.

Em setores maduros como o de refrigeração doméstica, as empresas operam sob rotinas produtivas e de projeto que são difíceis de alterar abruptamente. A inovação, nesse contexto, não é um evento aleatório, mas resultado de processos de busca por melhorias que ocorrem dentro de trajetórias tecnológicas já estabelecidas. A regulação técnica do Inmetro atua como mecanismo de seleção exógeno: ao introduzir e atualizar os índices do PBE/ENCE, o regulador altera o ambiente de seleção das firmas, forçando a ativação de processos internos de busca por novas configurações técnicas. As sucessivas atualizações normativas (2006, 2015, 2021) funcionaram como mecanismos de pressão dinâmico, induzindo o refinamento exaustivo de componentes como compressores, isolamento térmico e vedação.

Entretanto, essa trajetória não é isenta de fricções, sendo marcada pela dependência de trajetória. Escolhas tecnológicas do passado e altos investimentos em plantas industriais específicas podem gerar efeitos de *lock-in*, onde a firma fica presa a tecnologias subótimas quando o rigor regulatório é insuficiente ou as atualizações muito lentas. O *timing* e o desenho do instrumento regulatório revelam-se, portanto, cruciais. Atualizações graduais sinalizadas com antecedência permitem que o investimento em engenharia seja amortizado ao longo do ciclo de vida dos produtos, transformando a regulação em guia para o desenvolvimento tecnológico. Mudanças abruptas, ao contrário, podem elevar custos de conformidade a níveis proibitivos, afetando a estrutura competitiva do mercado nacional. O importante é buscar essa sintonia fina.

No plano internacional, o alinhamento do PBE/ENCE a padrões globais (exemplificado pela adoção das normas IEC 62552) reduz o chamado "custo de ser diferente" e permite que fabricantes instalados no Brasil adaptem seus projetos a uma métrica comum ao mercado internacional, reduzindo duplicidades de testes. Conforme apontado pela literatura especializada, quando o regulamento doméstico espelha a fronteira tecnológica internacional, ele deixa de ser barreira protecionista e passa a ser credencial de qualidade, facilitando a inserção em cadeias globais de valor.

Em síntese, em indústrias maduras como a de geladeiras, a inovação não emerge espontaneamente da livre operação das forças de mercado, mas requer um arcabouço institucional que oriente expectativas, reduza incertezas e crie incentivos críveis para o aperfeiçoamento tecnológico contínuo. O PBE/ENCE, sustentado pela IQ brasileira e pelo arcabouço normativo do Inmetro, cumpre esse papel ao transformar a eficiência energética de atributo invisível em vetor de competição e diferenciação, provendo evidências de que regulação técnica e inovação incremental podem caminhar juntas quando institucionalmente bem orquestradas. A experiência aqui analisada oferece subsídios para o debate mais amplo sobre políticas de desenvolvimento produtivo e regulação técnica no Brasil.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, K. W.; SNIDAL, D. Hard and soft law in international governance. *International Organization*, Cambridge, v. 54, n. 3, p. 421–456, 2000.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT ISO/IEC 17067:2009: Avaliação da Conformidade — fundamentos dos esquemas de certificação de produtos. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14724:2024-1: Informação e documentação — Trabalhos acadêmicos — Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024. Disponível em: https://tpp-uff.com.br/wp-content/uploads/2025/02/ABNT_NBR_14724_2024-1.pdf. Acesso em: 06 jan. 2026.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/IEC 17000:2020: avaliação da conformidade — vocabulário e princípios gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ABRAMOVITZ, Moses. Catching up, forging ahead, and falling behind. *The Journal of Economic History*, Cambridge, v. 46, n. 2, p. 385–406, 1986.
- AKERLOF, George A. The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 84, n. 3, p. 488-500, 1970.
- ARTHUR, W. Brian. Increasing Returns and Path Dependence in the Economy. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1994. (Economics, Cognition, and Society).
- BLIND, K. The economics of standards: theory, evidence, policy. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2004.
- BLIND, K. The impact of regulation on innovation. Nesta Working Paper, n. 12/02, 2012. Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/the_impact_of_regulation_on_innovation.pdf. Acesso em: 28 abr. 2025.
- BLIND, K. The impact of standardization and standards on innovation. In: SWANN, P. (ed.). *The economics of innovation*. Cheltenham: Edward Elgar, 2013. p. 423–447.
- BLIND, K. The impact of standards and regulation on innovation in uncertain sociotechnical environments. *Research Policy*, v. 41, n. 4, p. 819–833, 2012.
- BLIND, K. The influence of regulations on innovation: a quantitative assessment. *Research Policy*, v. 41, n. 2, p. 391–400, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.08.008>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Código de Defesa do Consumidor. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 12 set. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm. Acesso em: 17 jun. 2025.
- CHANG, Ha-Joon. Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica. São Paulo: Editora UNESP, 2004.
- CONMETRO – CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Resolução nº 4, de 2 de dezembro de 2002. Dispõe sobre o Termo de Referência do SBAC. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000003.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.
- DAVID, Paul A. Clio and the Economics of QWERTY. *American Economic Review*, v. 75, n. 2, p. 332-337, 1985.
- DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.
- GANSLANDT, Mattias; MARKUSEN, James R. Standards and related regulations in international trade: a modeling approach. Cambridge (MA): National Bureau of Economic Research, 2001. (Working Paper, 8346). Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=274556. Acesso em: 4 abr. 2025.
- IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Energy labels and standards. Paris: OECD/IEA, 2000. Disponível em: https://iea.blob.core.windows.net/assets/70b51762-3ddb-4fef-99c0-0375a60cdd5c/energy_labels_and_standards.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.
- INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Portaria nº 20, de 1º de fevereiro de 2006. Aprova o Regulamento de Avaliação da Conformidade de

- Refrigeradores e seus Assemelhados, de uso doméstico. Brasília: Inmetro, 2006. Disponível em: <https://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001000.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Portaria nº 577, de 18 de novembro de 2015. Aprova o Regulamento Técnico da Qualidade para Refrigeradores e Assemelhados. Brasília: Inmetro, 2015. Disponível em: <https://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002335.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Portaria Inmetro/ME nº 332, de 2 de agosto de 2021. Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Refrigeradores e Assemelhados – Consolidado. Brasília: Inmetro, 2021. Disponível em: <https://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002813.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Brasília: Inmetro, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. Programa Brasileiro de Etiquetagem – Base de dados de produtos registrados. Brasília: Inmetro, 2024. Disponível em: <https://dados.gov.br/dados/conjuntos-dados/programa-brasileiro-de-etiquetagem-pbe>. Acesso em: 23 dez. 2025.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). Programa Brasileiro de Etiquetagem. Brasília: Inmetro, s.d. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem>. Acesso em: 06 jan. 2026.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). Refrigeradores e assemelhados — tabelas de eficiência energética. Brasília: Inmetro, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/regulamentacao/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/refrigeradores-frigobares-combinados-combinados-frost-free/tabela_inmetro_refrigeradores_e_assemelhados.xlsx/view. Acesso em: 06 jan. 2026.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). Tabelas de eficiência energética — Refrigeradores e assemelhados. Brasília: Inmetro, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/regulamentacao/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/refrigeradores-frigobares-combinados-combinados-frost-free/tabela_inmetro_refrigeradores_e_assemelhados.xlsx/view. Acesso em: 06 jan. 2026.
- ISO; IEC, 2020 - ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/IEC 17000:2020: avaliação da conformidade — vocabulário e princípios gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- KIM, Linsu. Imitation to innovation: the dynamics of Korea's technological learning. Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- MAJONE, Giandomenico. Regulating Europe. London: Routledge, 1996.
- NELSON, Richard R.; WINTER, Sidney G. An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. OECD Regulatory Policy Outlook 2021. Paris: OECD Publishing, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/38b0fdb1-en>. Acesso em: 13 mar. 2026

- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. OECD regulatory policy outlook 2018. Paris: OECD Publishing, 2018. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/10/oecd-regulatory-policy-outlook-2018_g1g90cb3/9789264303072-en.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. Regulatory Policy and the Road to Sustainable Growth. Paris: OECD Publishing, 2010. Disponível em: <https://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/44568508.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2025.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Recommendation of the Council on Regulatory Policy and Governance. Paris: OECD Publishing, 2012. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/public/doc/273/273.en.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2025.
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. Regulatory Policy and Governance: Supporting Economic Growth and Serving the Public Interest. Paris: OECD Publishing, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/9789264116573-en>. Acesso em: 14 jan. 2026.
- OMC – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO COMÉRCIO. Agreement on Technical Barriers to Trade. Genebra: World Trade Organization, 1994 (em vigor desde 1º jan. 1995). Disponível em: https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/17-tbt.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.
- OMC – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO COMÉRCIO. The WTO Agreements Series: Technical Barriers to Trade. Genebra: WTO, 2013. Disponível em: https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/tbttotrade_e.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.
- PORTER, Michael E. The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press, 1990.
- PORTER, Michael E.; VAN DER LINDE, Claas. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, v. 9, n. 4, p. 97-118, Fall 1995.
- RAUEN, André Tortato (org.). Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil. Brasília: Ipea, 2017. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/20170705_politicas_de_inovacao.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.
- SPENCE, Michael. Job Market Signaling. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 87, n. 3, p. 355-374, 1973.
- STIGLER, George J. The economics of information. *Journal of Political Economy*, Chicago, v. 69, n. 3, p. 213-225, 1961.
- SWANN, G. The economics of standardization: an update. London: Department of Business, Innovation and Skills, 2010. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/the-economics-of-standardization-updated-paper>. Acesso em: 3 dez. 2025.
- TASSEY, G. Standardization in technology-based markets. *Research Policy*, v. 29, n. 4-5, p. 587-602, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00091-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00091-8). Acesso em: 12 nov. 2025.
- TASSEY, G. The economics of standardization. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology (NIST), 1995. (Technical Paper, 1004).
- TIGRE, Paulo Bastos. Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- TRUBEK, D. M.; TRUBEK, L. G. Hard and Soft Law in the construction of Social Europe: the role of the Open Method of Coordination. *European Law Journal*, v. 11, n. 3, p. 343-364, 2005.
- UNCTAD – UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. Non-tariff measures: economic assessment and policy options for development. Geneva: United Nations, 2019.

- UNIDO – UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Quality infrastructure: building trust for trade. Vienna: UNIDO, 2016. Disponível em: https://www.unido.org/sites/default/files/2016-05/UNIDO_Quality_system_0.pdf. Acesso em: 28 dez. 2025.
- UNIDO – UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Quality & standards and their role in advancing the sustainable development goals (SDGs). Vienna: UNIDO, 2019. Disponível em: https://tii.unido.org/sites/default/files/publications/QI_SDG_PUBLICATION_Dec2019.pdf. Acesso em: 3 abr. 2025.
- UNIDO – UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Quality infrastructure for sustainable development. Vienna: UNIDO, 2018. Disponível em: https://hub.unido.org/sites/default/files/publications/QI%20and%20Sustainable%20Development_2019.PDF. Acesso em: 03 abr.. 2025.
- WIEL, Stephen; MCMAHON, James E. Energy-efficiency labels and standards: a guidebook for appliances, equipment and lighting. Washington, DC: CLASP, 2001. Disponível em: <https://www.clasp.ngo/wp-content/uploads/2021/01/EnergyEfficiency-Labels-and-Standards-A-Guidebook-for-Appliances-Equipment-and-Lighting.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2025.
- WTO – WORLD TRADE ORGANIZATION. Technical barriers to trade. Geneva: WTO, 2014. Disponível em: documento oficial da série WTO Agreements Series. Acesso em: 14 fev. 2026