



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



RESÍDUOS DA GERAÇÃO SOLAR FOTOVOLTAICA: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS E PERSPECTIVAS REGULATÓRIAS NO BRASIL

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.9.26.IX-002>

Gabriela Reichert (*), Thiago Liberato de Veiras, Leonardo de Souza Lisboa, Rodolfo Rosendo de Carvalho, Cícero José Alberton

*G5 Engenharia – gre@g5engenharia.com.br.

RESUMO

A geração solar fotovoltaica no Brasil apresenta um crescimento acelerado, impulsionada por incentivos fiscais e normativas da ANEEL que favorecem a micro e minigeração distribuída. Contudo, essa expansão traz o desafio iminente da gestão de resíduos, visto que os módulos possuem vida útil de aproximadamente 25 anos e seu descarte pode gerar uma quantidade gigantesca de resíduos que podem ser reaproveitados.

Este estudo analisa o panorama da logística reversa e reciclagem de painéis, confrontando experiências internacionais com a realidade brasileira. Enquanto a União Europeia, China, Japão, Índia e EUA possuem marcos regulatórios consolidados com metas de recuperação, sanções e diretrizes de ecodesign, o Brasil fundamenta-se majoritariamente na Política Nacional de Resíduos Sólidos e no Projeto de Lei 998/2024, ainda em tramitação.

A pesquisa busca identificar lacunas na proposta nacional, além de discutir os desafios logísticos e de infraestrutura impostos pelas dimensões continentais do país. O objetivo é destacar a necessidade de políticas integradas que promovam a economia circular, transformando o passivo ambiental em oportunidade de inovação tecnológica e crescimento econômico sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos fotovoltaicos, logística estruturada, reciclagem, projeto de lei

ABSTRACT

Solar photovoltaic generation in Brazil is experiencing accelerated growth, driven by tax incentives and ANEEL regulations that favor distributed micro and mini generation. However, this expansion brings the imminent challenge of waste management, as modules have a lifespan of approximately 25 years, and their disposal could generate a massive amount of waste that can be repurposed.

This study analyzes the landscape of reverse logistics and panel recycling, comparing international experiences with the Brazilian reality. While the European Union, China, Japan, India, and the USA have established regulatory frameworks with recovery targets, sanctions, and ecodesign guidelines, Brazil relies primarily on the National Solid Waste Policy and Bill 998/2024, which is still under consideration.

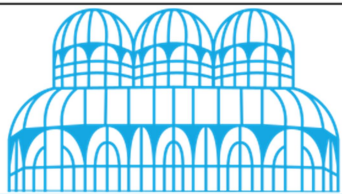
The research aims to identify gaps in the national proposal, in addition to discussing the logistical and infrastructure challenges imposed by the country's continental dimensions. The goal is to highlight the need for integrated policies that promote a circular economy, transforming environmental liabilities into opportunities for technological innovation and sustainable economic growth.

KEY WORDS: photovoltaic waste, structured logistics, recycling, bill

INTRODUÇÃO

Segundo o Balanço Energético Nacional, as fontes renováveis são maioria nas matrizes elétrica e energética brasileiras, o que é um diferencial em relação a outros países. Na matriz elétrica brasileira, a energia gerada por fontes hidráulicas continua sendo maioria, com uma participação de cerca de 55%. Segundo dados de 2024, a energia eólica representa 14,1% do total, enquanto a energia solar representa 9,3%. Apesar de estar em terceiro lugar, a geração solar fotovoltaica foi a que apresentou maior crescimento em relação ao ano anterior, cerca de 39,6% (BEN, 2025).

Esse crescimento foi impulsionado pelo aumento da Mini e Microgeração Distribuída (MMGD) e a expansão do número de usinas fotovoltaicas (UFVs) centralizadas, conectadas às redes de distribuição. Essas modalidades se destacaram em relação a outras fontes de energia, como a hidrelétrica e a eólica, pela rapidez com que os estudos e projetos são desenvolvidos, pelos menores impactos ambientais, por mudanças em normativas e resoluções do setor elétrico e pelos incentivos fiscais que foram concedidos recentemente para a implantação desses empreendimentos.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



Historicamente, incentivos fiscais, principalmente tributários, tem grande influência em motivar o desenvolvimento econômico sustentável, além incentivar o cumprimento de normas ambientais (Maltchik & Silveira, 2020).

Dentro deste contexto, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) publicou as Resoluções Normativas 481/2012 e 482/2012. A primeira resolução teve como foco os grandes produtores de energia e estabeleceu que empreendimentos com potência de 30 a 300 MW que utilizassem fontes renováveis tivessem descontos de 80% nas Tarifas de Uso dos Sistemas de Transmissão e Distribuição (TUST e TUSD) ao longo dos 10 primeiros anos de operação, desde que iniciassem as obras até o final de 2017. Após essa data, os descontos seriam de 50% das tarifas.

Já a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 tem como foco os produtores e consumidores menores. Após esta resolução, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis e é autorizado a fornecer o excedente produzido para a rede de distribuição de sua localidade, para posterior compensação do consumo de energia verificado. Essas facilidades foram permitidas para consumidores que se enquadrassem em MMSGD, com potência acima de 75 kW e menor ou igual a 5 MW, em alguns casos específicos.

Outros incentivos fiscais federais criados foram: o REIDI (Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura), um benefício que visa suspender o pagamento das contribuições como PIS (Programa de Integração Social)/PASEP (Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público)/CONFINS (Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) para os casos de venda ou de importação de máquinas, aparelhos, instrumentos e equipamentos, novos, e de materiais de construção para utilização ou incorporação em obras de infraestrutura destinadas ao ativo imobilizado (Pereira, 2019).

Após esses incentivos, foi verificado um aumento exponencial na potência de energia solar instalada no Brasil. Com o aumento da capacidade instalada, está surgindo uma nova demanda: a destinação de placas solares danificadas ou que precisaram ser trocadas por estarem perdendo sua capacidade de geração devido ao tempo de uso. Atualmente, a quantidade de módulos fotovoltaicos a serem descartados é pequena, pois a vida útil dos módulos é em torno de 25 anos e muitos foram recentemente instalados. Porém, a previsão é que essa quantidade irá aumentar significativamente nos próximos anos (Silva & Varela, 2025). Os módulos fotovoltaicos são compostos por diferentes materiais e substâncias e a sua destinação levanta muitas dúvidas sobre o processo, a logística e a eficiência.

O descarte indevido dos módulos fotovoltaicos pode causar diversos impactos ambientais, como a contaminação do solo e dos lençóis freáticos e a morte da fauna e flora devido a toxicidade dos metais presentes nos módulos. Dessa maneira, é necessário destinar adequadamente esses materiais, para que não ocorram acidentes. No entanto, não somente é importante destinar adequadamente esses resíduos, mas também reciclar corretamente os materiais que estão presentes nos módulos fotovoltaicos, como o alumínio, o vidro e outros, para que eles possam ser reutilizados e voltar ao mercado.

Em outros países existem regulamentações específicas para a reciclagem e a logística reversa de módulos fotovoltaicos, para estimular essas ações e diminuir a quantidade de material a ser desperdiçada e enviada para aterros. No Brasil ainda não há nenhuma diretriz ou lei aprovada que trata especificamente sobre esse tema, apenas a Lei nº 12.305/2012, que estabelece os termos da responsabilidade compartilhada e da logística reversa. No entanto, tramita na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 998/2024, que Institui a Política de Incentivo ao Desenvolvimento da Logística Reversa de Painéis Fotovoltaicos. Essa pesquisa tem como objetivo comparar as regulamentações já adotadas em outros países com o Projeto de Lei em andamento e o panorama futuro da logística reversa de módulos fotovoltaicos no Brasil.

OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa é comparar as regulamentações de logística reversa de módulos fotovoltaicos adotadas internacionalmente com o Projeto de Lei 998/2024, que tramita no Brasil, analisando as perspectivas e desafios para a gestão desses resíduos no cenário nacional.

METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa bibliográfica em plataformas de pesquisa acadêmica, como o Google Scholar. Também foram pesquisados sites de órgãos e institutos ambientais internacionais de diferentes países, buscando por referências de diretrizes, regulamentações e leis que tratem sobre a destinação de painéis fotovoltaicos, assim como a obrigação ou o estímulo da realização de logística reversa para esses produtos e os materiais constituintes.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



RESULTADOS

Embora os painéis fotovoltaicos possuam uma vida útil estimada entre 25 e 30 anos, fatores como falhas no transporte, erros de instalação, manuseio inadequado, condições ambientais críticas e vícios ocultos podem abreviar precocemente sua operabilidade (NREL). Essa redução no ciclo de vida impõe o desafio urgente de desenvolver políticas eficazes para a destinação correta desses componentes, visando a reciclagem e a mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte antecipado.

No cenário internacional, as estratégias para o manejo de resíduos solares variam significativamente entre as nações. O Brasil, consolidado no grupo dos maiores geradores mundiais (juntamente com China, EUA, Japão, Alemanha e Índia – Figura 1), enfrenta o desafio crítico de não possuir uma regulamentação aprovada para a destinação desses materiais (IEA-PVPS). A ausência de normas claras para a inutilização deste passivo ambiental contrasta com o acelerado crescimento da capacidade instalada no país.

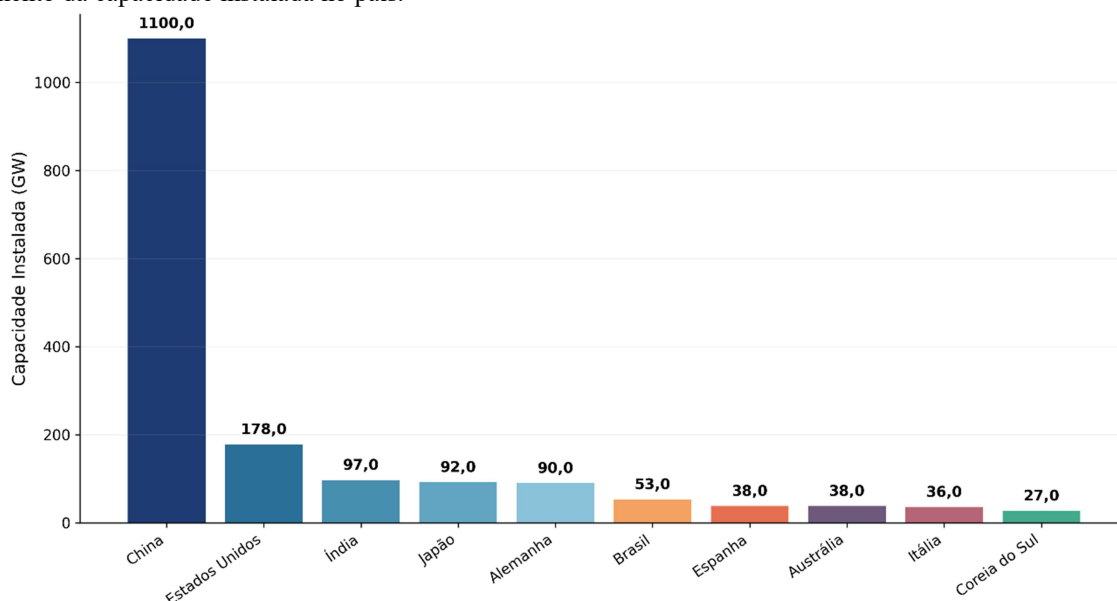


Figura 1 – Principais Países Geradores de Energia Solar
Fonte: IRENA (2025)

Ao contrário da lacuna normativa brasileira, os principais líderes do setor solar têm adotado mecanismos regulatórios distintos para lidar com o crescente volume de módulos descartados.

União Europeia:

A União Europeia foi pioneira com o lançamento da Diretiva 2012/19/UE REEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos), que desde 2012 regulamenta os fabricantes a garantir a logística reversa, estabelecendo metas rigorosas de recuperação que variam entre 80% e 85% do peso dos materiais. Além de garantir gratuidade para consumidores unitários, incentiva os fabricantes de painéis fotovoltaicos a transferir o custo de coleta para os novos consumidores e promove o desenvolvimento de novas tecnologias de valorização e tratamento. Também prevê sanções ao não cumprimento das normas, que podem gerar custo de inspeções e armazenamento cobradas aos fornecedores e empresas envolvidas nessa coleta e a exigência de uma garantia financeira no momento de alocação desse material no mercado, para assegurar que caso a empresa feche ou não cumpra suas obrigações, o custo dessa coleta seja suprida pela garantia financeira.

Estados Unidos:

Na ausência de uma lei federal única, estados com alta produção de energia solar, como Califórnia e Washington, possuem regulamentações próprias que exigem planos de reciclagem pré-aprovados pelos fabricantes. Essas regulamentações também incluem processos que modificam as propriedades físicas do vidro, moldura metálica e os componentes elétricos para evitar o aparecimento em aterros sanitários. Pessoas e empresas que tem interesse em



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



reciclar esses materiais são registrados e devem apresentar um relatório anual contendo característica dos módulos, peso, quantidade e destinação dos materiais após a reciclagem. Caso seja descumprida essa normativa, são aplicadas multas administrativas de \$10.000 a \$50.000 dólares. Os produtores que não cumprirem as regulamentações são impedidos de vender novos painéis e caso falsifiquem dados reportados as empresas podem ser enquadradas em crime de perjúrio (DTSC, 2020).

Índia:

Atualizou a E-Waste Management Rules em 2024, uma regulamentação recente que apoia a logística reversa desse material, similar ao modo de atuação da União Europeia. Ela prevê um armazenamento dos módulos até 2035 e as empresas são obrigadas a reciclar os componentes dos módulos, como o vidro, alumínio, pastilhas de silício, plásticos, metais como chumbo, cádmio, arsênio e cobre. Grandes produtores de energia elétrica (1.000 ou mais equipamentos) devem garantir que após a utilização os módulos sejam entregues em entidades registradas. Para pequenos geradores fica proibido o descarte inadequado. Penalidades envolvem taxas de compensação ambiental, revogação de registro caso passem informação falsa, sanções criminais em certificados falsos de permissão de reciclagem (CPCB, 2024).

China:

Em conformidade com as diretrizes lançadas em agosto de 2023, a China estabeleceu um marco regulatório rigoroso para promover o descarte correto e a utilização de alto valor de equipamentos fotovoltaicos, visando um sistema de reciclagem padronizado. O país está consolidando uma infraestrutura de logística reversa integrada que abrange todo o ciclo, desde a coleta até a remanufatura dos componentes. Como pilar central dessa estratégia, as autoridades impulsionam o ecodesign, exigindo que os novos painéis sejam projetados para facilitar a desmontagem, o transporte e a recuperação de materiais, garantindo que o ciclo de vida do equipamento seja sustentável. A China foi o país pioneiro a conseguir reciclar 100% do que seria descartado do painel fotovoltaico, com os materiais sendo aproveitados em uma nova estrutura (NDRC, 2023).

Japão:

O governo apresentou um projeto de lei a ser aprovado em 2026 que regulamenta que até 2030 todos os produtores de painéis solares reciclem os materiais presentes nesses produtos. Essa iniciativa está alinhada com as metas nacionais de reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 46% a 50% até o ano fiscal de 2030 e alcançar a neutralidade de carbono até 2050. Para que isso seja viável, as empresas do setor devem fortalecer a gestão do fluxo downstream de sua cadeia de suprimentos, que compreende especificamente a venda, o consumo e o descarte final dos produtos. Como a energia solar deve representar entre 14% e 16% da variedade energética do país até 2030, a rastreabilidade do descarte torna-se crítica para evitar danos ambientais, como a contaminação do solo por orientações inadequadas. Além disso, a antecipação de normas rigorosas, como as obrigatoriedades de instalação em novas residências em Tóquio e Kawasaki para 2025, reforça a necessidade de que os produtores não apenas fabriquem, mas garantam o ciclo de vida completo e a reciclagem segura dos equipamentos fotovoltaicos (JPEA, 2023).

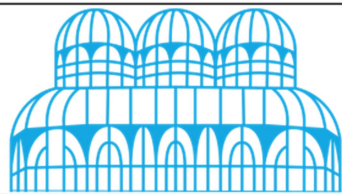
Brasil:

No Brasil a regulamentação ainda é incipiente, centrada no Projeto de Lei 998/2024, atualmente em tramitação na Câmara dos Deputados. O projeto propõe diversas diretrizes que tem como objetivo nortear a Política de Incentivo ao Desenvolvimento da Logística Reversa de Painéis Fotovoltaicos. A política tem como objetivo impulsionar a pesquisa, a inovação tecnológica e a implementação dos processos de reaproveitamento, reciclagem e disposição final ambientalmente adequada dos componentes dos painéis fotovoltaicos.

Algumas das diretrizes são:

- Estruturar uma rede eficiente e segura para coleta, transporte, armazenagem e distribuição;
- estabelecimento de normas claras para os processos de desmontagem, manipulação e reciclagem dos painéis;
- Oferta de incentivos fiscais e financeiros para empresas implementadoras de processos de reciclagem de painéis fotovoltaicos;
- Estabelecimento de responsabilidades e obrigações aos participantes da cadeia;
- Estabelecimento de sistemas de monitoramento e avaliação para aferição da eficácia dos sistemas de logística reversa;

Já os instrumentos previstos são:



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



- I – fundos e linhas de financiamento dedicados à pesquisa e à implementação da logística reversa de painéis fotovoltaicos;
- II – sistemas de certificações;
- III – incentivos fiscais e tributários;
- IV – ambiente regulatório experimental, na forma do art. 2º, inciso II, da Lei Complementar nº 182, de 1º de junho de 2021.

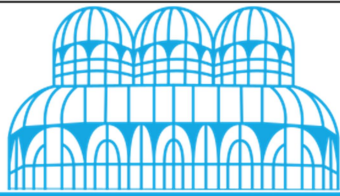
Este projeto traz uma lei que pavimenta o caminho para que os órgãos e entidades da administração pública federal possam publicar normas e regulamentos complementares. Ou seja, é a base para que outras regulamentações possam ser lançadas, trazendo um maior detalhamento sobre os instrumentos e as diretrizes previstas no âmbito da logística reversa dos módulos fotovoltaicos. No entanto, alguns elementos já poderiam estar presentes neste projeto de lei, porém não constam no documento.

Por exemplo, não foram estabelecidas metas progressivas anuais de porcentagem de eficiência de reciclagem/recuperação dos componentes. Como visto anteriormente, alguns países delimitaram um objetivo de reciclar próximo a 80% dos materiais dos módulos, enquanto outros definiram já conseguem atingir a meta de 100%. O projeto de lei também não prevê a proibição do envio dos painéis fotovoltaicos para aterros e não faz distinção entre grandes e pequenos produtores de energia, o que pode causar dificuldades, principalmente para pequenos produtores, devido a questões financeiras e de logística.

Além disso, a proposta falha ao não priorizar a recuperação de metais com alto valor agregado, como o índio, gálio, prata e cobre, e ao focar excessivamente em incentivos, omitindo sanções claras para o descumprimento das obrigações. Outra ausência percebida é de diretrizes para o ecodesign, que poderia padronizar o formato dos módulos para facilitar sua futura desmontagem e desmobilização. Para essa diretriz é necessário entrar também em outras questões, como o incentivo da indústria nacional, uma vez que grande parte dos componentes é importado.

É possível analisar o ciclo de um painel fotovoltaico como uma economia circular, a reciclagem desse material é o ponto crucial de apoio ao meio ambiente, redução de custos e desenvolvimento de tecnologia para aumentar a eficiência desses bens.

É possível analisar o ciclo de um painel fotovoltaico sob a perspectiva da economia circular conforme a Figura 2, na qual os materiais são mantidos em uso pelo maior tempo possível por meio de reutilização, recuperação e reciclagem. Nesse contexto, a reciclagem desses componentes torna-se um ponto crucial para a redução de impactos ambientais, diminuição da necessidade de extração de novas matérias-primas e redução de custos na cadeia produtiva. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias voltadas ao reaproveitamento de materiais, como vidro, silício e metais presentes nos módulos, contribui para o aumento da eficiência dos processos produtivos e para a consolidação de um modelo energético mais sustentável. Dessa forma, a incorporação de estratégias de economia circular no ciclo de vida dos painéis fotovoltaicos fortalece a sustentabilidade do setor e amplia os benefícios ambientais associados à geração de energia solar.



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade

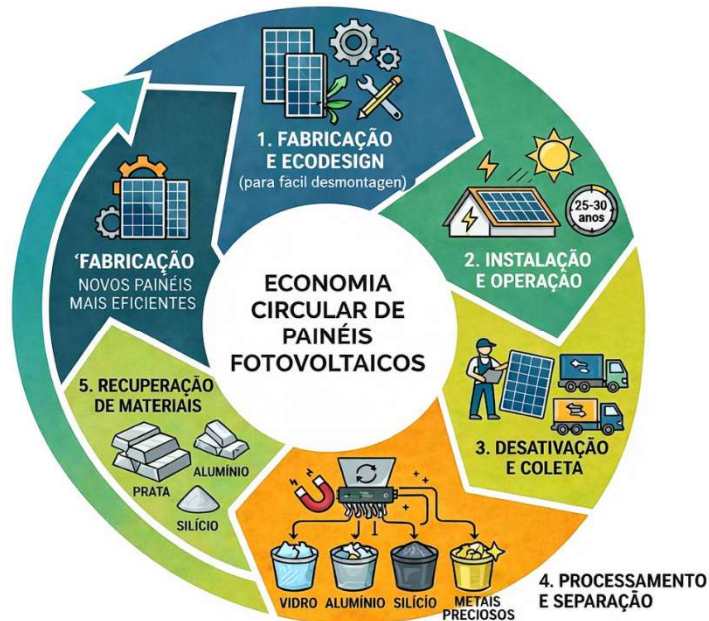


Figura 2 – Etapas da Economia Circular de Painéis Fotovoltaicos

Fonte: próprio autor (2026)

No entanto, em um país de dimensões continentais como o Brasil, alguns pontos devem ser levados em consideração ao elaborar as regulamentações de logística reversa para esses produtos e componentes. Uma das questões mais importantes é a falta de infraestrutura, principalmente a rodoviária. Muitos dos empreendimentos que geram energia solar estão em áreas remotas do interior do Brasil, em estados como Ceará, Piauí, Tocantins, Mato Grosso e Bahia. Portanto, os valores despendidos com o transporte e manutenção da infraestrutura viária serão consideráveis.

Também é necessário desenvolver este setor industrial, incentivando empresas a se especializarem na reciclagem de módulos e painéis fotovoltaicos e a instalarem plantas específicas para essas operações.

No entanto, apesar dos desafios, o mercado global demonstra que é possível ter retorno financeiro com o aumento da reciclagem desses componentes. Segundo o portal Investing, a empresa Comstock obteve valorização de 14% em suas ações após receber o aval do estado da Califórnia para suas operações de reciclagem de painéis fotovoltaicos, evidenciando que a destinação correta não é apenas uma obrigação ambiental, mas uma oportunidade de mercado lucrativa.

CONCLUSÃO

Embora o volume atual de resíduos fotovoltaicos ainda se mostre incipiente, as projeções indicam um crescimento significativo nos próximos anos, tornando urgente a definição de políticas públicas específicas para a logística reversa e a reciclagem desses componentes.

A análise comparativa com experiências internacionais demonstra que países líderes no setor solar avançaram na criação de marcos regulatórios robustos, com metas claras de reciclagem, responsabilização dos agentes da cadeia produtiva, incentivos econômicos, sanções pelo descumprimento e estímulo ao ecodesign. Em contraste, o Brasil ainda carece de uma regulamentação consolidada, pois está atualmente apoiado apenas nos princípios gerais da Política Nacional de Resíduos Sólidos e no Projeto de Lei nº 998/2024, que, embora represente um início de tratativa importante, carece de informações, perspectivas, apoio e diretrizes operacionais claras.

Além dos aspectos normativos, fatores estruturais como a dimensão territorial do país, a dispersão geográfica dos empreendimentos, a deficiência logística e a limitada infraestrutura industrial para reciclagem impõem desafios



CURITIBA/PR - 05 a 07 de Maio de 2026

9º CONRESOL

9º Congresso Sul-Americano
de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade



adicionais à implementação de um sistema eficiente de logística reversa. Ainda assim, a experiência internacional e os sinais do mercado indicam que a reciclagem de módulos fotovoltaicos pode se consolidar não apenas como uma obrigação ambiental, mas também como uma oportunidade econômica, capaz de fomentar inovação tecnológica, gerar empregos e promover a economia circular.

Dessa forma, conclui-se que o avanço da energia solar no Brasil precisa ser acompanhado por políticas públicas integradas que considerem todo o ciclo de vida dos módulos fotovoltaicos. O fortalecimento do arcabouço regulatório, aliado a incentivos à indústria nacional, à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico, será fundamental para garantir que os benefícios ambientais da energia solar não sejam comprometidos no futuro pelo passivo ambiental associado ao descarte inadequado desses equipamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 998, de 2024. **Institui incentivos para a logística reversa de painéis fotovoltaicos e dá outras providências**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2024. Disponível em: <https://www.camara.leg.br>. Acesso em: 27 fev. 2026.
2. CALIFÓRNIA. **Department of Toxic Substances Control. Photovoltaic modules (PV modules) – Universal Waste Management: final regulatory text**. Sacramento: DTSC, abr. 2020.
3. CHINA. **National Development and Reform Commission; National Energy Administration. Guiding opinions on promoting new energy consumption and regulation (2025)**. Pequim: NDRC, 10 nov. 2025. Disponível em: <http://www.gov.cn>. Acesso em: 5 mar. 2026.
4. **CPCB (Central Pollution Control Board) issues draft guidelines for storage and handling of solar PV waste**. *Renewable Watch*, [s. l.], 11 jun. 2025.
5. EPE (Empresa De Pesquisa Energética). **Balanco energético nacional 2025: relatório síntese – ano base 2024**. Rio de Janeiro: EPE, 2025. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 5 mar. 2026.
6. FUKUCHI, Keitaro. **Bill to require mega solar farm operators to recycle panels**. *The Asahi Shimbun*, Tóquio, 19 fev. 2026. Disponível em: <https://www.asahi.com>. Acesso em: 27 fev. 2026.
7. GOODRICH, A.; JAMES, T.; WOODHOUSE, M. **Residential, Commercial, and Utility-Scale Photovoltaic (PV) System Prices in the United States: Current Cost Breakdowns and Range in Forecasted Prices**. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2012. p 54. Disponível em: <https://docs.nrel.gov>. Acesso em: 03 mar. 2026.
8. IEA-PVPS (International Renewable Energy Agency; International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme). **End-of-life management: solar photovoltaic panels**. Abu Dhabi: IRENA, 2016.
9. ÍNDIA. Ministry of Environment, Forest and Climate Change. **E-waste management rules, 2022**. New Delhi: Gazette of India, 2 nov. 2022.
10. INVESTING.COM. **Comstock Metals recebe aprovação da Califórnia para reciclagem de painéis solares**. São Paulo: Investing.com, 23 fev. 2026. Disponível em: <https://br.investing.com>. Acesso em: 3 mar. 2026.
11. JPEA (Japan Photovoltaic Energy Association). **Guidance on efforts related to respect for human rights in the photovoltaic industry supply chain: guidance on practice**. Ver. 1.0. [S. l.]: JPEA, abr. 2023.
12. MALTCHIK SALLES JUNG, Victória. **A teoria dos riscos do desenvolvimento e a responsabilidade civil do fornecedor**. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <https://www.pucrs.br>. Acesso em: 3 mar. 2026.
13. PEREIRA, Reuler Cardoso. **Políticas públicas para expansão da energia solar fotovoltaica: um estudo dos principais programas de incentivo da tecnologia no Brasil**. 2019. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br>. Acesso em: 3 mar. 2026.
14. UNIÃO EUROPEIA. Parlamento Europeu; Conselho da União Europeia. Diretiva 2012/19/UE, de 4 de julho de 2012. Relativa aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE). **Jornal Oficial da União Europeia**, série L, n. 197, p. 38–71, 24 jul. 2012.
15. VARELLA, Fabiana Karla de Oliveira Martins; SILVA, Emylle Cristine Alves. **Descarte de módulos fotovoltaicos no Brasil: logística reversa e crescimento do setor**. Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica, Mossoró, v. 7, n. 2, p. 1–11, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br>. Acesso em: 3 mar. 2026.