

INFORMAÇÃO AMBIENTAL, LETRAMENTO ENERGÉTICO E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ: DESAFIOS DA TRANSIÇÃO PARA FONTES RENOVÁVEIS

Josenei Godoi de Medeiros¹, Márcia Staudt²

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Brasil (josenei.medeiros@unioeste.br)

²Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

Resumo: Analisa-se em que condições a informação ambiental sobre fontes renováveis pode contribuir para o letramento energético e a participação cidadã. A leitura relacional de fontes normativas, educacionais e técnico-energéticas fundamenta uma matriz de disponibilidade, acessibilidade, inteligibilidade, contextualização e utilização participativa, cuja validação empírica permanece necessária.

Palavras-chave: Informação ambiental; letramento energético; participação cidadã; transição energética; energias renováveis.

INTRODUÇÃO

A transição para fontes renováveis altera sistemas de geração, redes, armazenamento, investimentos e formas de ocupação territorial. Seus resultados variam conforme a tecnologia, a escala, a procedência dos materiais, a infraestrutura mobilizada e a distribuição dos custos e benefícios. A designação renovável descreve a reposição do recurso em determinada escala temporal, enquanto a avaliação socioambiental alcança relações que essa propriedade, isoladamente, não esclarece. Decidir sobre projetos e políticas energéticas exige informações capazes de vincular o desempenho anunciado às condições em que foi calculado e aos efeitos que podem surgir ao longo da cadeia.

A expansão dos meios digitais ampliou a circulação de relatórios, painéis e bases de dados. Persistem barreiras produzidas pela dispersão documental, por séries interrompidas, por arquivos de difícil leitura e por indicadores apresentados sem método, fronteira ou memória de cálculo. A existência pública de um documento tampouco define o momento em que ele ingressa no debate. Informações divulgadas depois da consolidação das escolhas preservam funções de controle e memória, embora ofereçam menor possibilidade de comparação entre alternativas. A questão central envolve, portanto, a qualidade da relação estabelecida entre produção do dado, compreensão do conteúdo e abertura da decisão.

A Constituição Federal de 1988 e as Leis nº 6.938/1981, nº 9.795/1999, nº 10.650/2003 e nº 14.926/2024 oferecem a base normativa para a produção e a divulgação de informações ambientais, para a Educação Ambiental e para a participação da

coletividade (Brasil, 1981, 1988, 1999, 2003, 2024). Esses documentos fixam deveres e finalidades, sem comprovar que a informação publicada seja encontrada, compreendida ou mobilizada. O problema educacional e político começa justamente onde a previsão normativa deixa de explicar as condições concretas de uso.

A Educação Ambiental crítica situa o conhecimento nas relações sociais e nas controvérsias que definem problemas, interesses e responsabilidades (Carvalho, 2004; Loureiro, 2004; Jacobi, 2003). O letramento energético acrescenta a compreensão dos processos de geração, conversão, transporte, armazenamento, distribuição e uso, com atenção às unidades, às escalas e às limitações das representações adotadas (Santillán e Cedano, 2023; Nik Abdul Majid et al., 2025). A articulação entre esses campos permite examinar a informação como mediação entre conhecimento técnico, experiência territorial e formação do juízo, sem atribuir à comunicação um efeito automático sobre condutas ou decisões.

A pergunta que orienta a investigação é em que condições a informação ambiental sobre sistemas e tecnologias de energia renovável pode contribuir para o letramento energético e para a participação cidadã. A hipótese sustenta que a publicação constitui uma condição inicial cuja capacidade participativa depende da possibilidade de localizar e obter o conteúdo, reconstruir o raciocínio técnico, relacionar resultados ao ciclo de vida e ao território e apresentar argumentos antes do fechamento das escolhas principais. Essas condições interagem e admitem retornos, uma vez que perguntas públicas podem revelar ausências documentais, exigir outra escala de



monitoramento ou modificar a interpretação de indicadores.

O objetivo geral consiste em analisar as relações entre informação ambiental, letramento energético e participação cidadã na transição para fontes renováveis. O percurso diferencia publicidade, acesso, compreensão e uso participativo, examina a contribuição das mediações educativas para a leitura de sistemas energéticos, discute os limites de avaliações dissociadas de suas premissas e propõe uma matriz de cinco dimensões. A contribuição pretendida reside em ordenar condições analíticas que costumam aparecer reunidas sob a ideia ampla de transparência, preservando as diferenças entre dever institucional, inteligibilidade, contextualização e consequência procedimental.

MATERIAL E MÉTODOS

A questão de pesquisa orientou uma leitura relacional de documentos normativos e estudos educacionais e técnico-energéticos. Foram incluídas a Constituição Federal de 1988 e as Leis nº 6.938/1981, nº 9.795/1999, nº 10.650/2003 e nº 14.926/2024 por tratarem da produção e divulgação de informações ambientais, da Educação Ambiental e da participação. A fundamentação educacional reuniu Carvalho (2004), Loureiro (2004), Jacobi (2003), Sasseron (2015) e Cole et al. (2023). O letramento energético foi examinado por Santillán e Cedano (2023) e Nik Abdul Majid et al. (2025). Oliveira e Araújo Filho (2021), Osman et al. (2024) e Mdallal et al. (2025) forneceram critérios relativos a sistemas fotovoltaicos, bioenergia, ciclo de vida, viabilidade e incerteza.

A seleção não resultou de busca protocolada e não oferece exaustividade bibliográfica. Cada fonte ingressou na análise por uma função delimitada. Os documentos normativos permitiram identificar objetos de informação, deveres de divulgação e finalidades formativas. As obras de Educação Ambiental e alfabetização científica foram lidas pelas relações que estabelecem entre conhecimento, experiência, problema, evidência, argumentação e cidadania. As revisões sobre letramento energético delimitaram os componentes necessários à compreensão de sistemas de energia. Os estudos tecnológicos foram utilizados para reconhecer as premissas que condicionam comparações de desempenho e sustentabilidade.

A unidade de leitura foi a relação entre um conteúdo informacional e as operações requeridas para convertê-lo em fundamento de avaliação pública. Em cada texto foram localizadas formulações sobre existência e integridade do dado, formas de acesso, compreensão de conceitos e métodos, inscrição

territorial dos resultados e possibilidade de manifestação. A comparação não procurou equivalência entre campos. Um dever de divulgar permaneceu como enunciado normativo. Um resultado educacional conservou o alcance da situação estudada. Uma avaliação de ciclo de vida forneceu critérios de contextualização e não uma conclusão política sobre a escolha tecnológica.

O cotejo ocorreu por deslocamentos sucessivos. A produção documental foi relacionada à disponibilidade. As condições materiais e comunicacionais de obtenção constituíram a acessibilidade. As exigências de leitura conceitual, sistêmica e metodológica formaram a inteligibilidade técnico-energética. Fronteira, unidade funcional, cenário de referência, ciclo de vida, escala e distribuição territorial orientaram a contextualização socioambiental. O registro, o exame e a resposta a manifestações definiram a utilização participativa. Cada dimensão foi preservada porque diagnostica uma insuficiência específica, embora suas relações impeçam tratá-las como etapas lineares.

A análise foi controlada por três restrições. A primeira vedou inferências de eficácia social derivadas apenas da existência de garantias normativas. A segunda impediu que compreensão, atitude, comportamento e participação fossem tratados como efeitos equivalentes. A terceira manteve resultados técnico-energéticos vinculados às premissas dos estudos que os produziram. A matriz possui estatuto propositivo e sua consistência, nesta etapa, decorre da correspondência entre categorias, fontes e questões diagnósticas. Qualquer aplicação futura dependerá da definição do objeto, de indicadores observáveis, de regras de codificação e de procedimentos de validação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Informação ambiental e abertura da decisão

A base normativa examinada atribui funções públicas à informação ambiental e à formação para a participação. A Política Nacional do Meio Ambiente prevê a produção e a divulgação de dados, a Lei nº 10.650/2003 disciplina o acesso no âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente e a Política Nacional de Educação Ambiental associa democratização da informação, consciência crítica e cidadania. A alteração promovida em 2024 incorporou mudanças climáticas, biodiversidade e riscos socioambientais ao horizonte formativo (Brasil, 1981, 1999, 2003, 2024). Esse conjunto delimita responsabilidades institucionais, cuja realização envolve escolhas documentais, técnicas e comunicacionais que o texto legal não determina por inteiro.



A informação começa antes da publicação. Variáveis, periodicidade, escala espacial, instrumentos de medida e regras de conservação definem o que poderá ser conhecido. Quando o desenho de monitoramento exclui uma área, uma população ou uma etapa produtiva, a abertura posterior do arquivo preserva essa ausência. O problema deixa de ser apenas a dificuldade de obter dados existentes e alcança a correspondência entre o fenômeno, a decisão e o registro produzido para avaliá-los. A suficiência documental só pode ser examinada diante de uma pergunta pública determinada, evitando tanto a omissão de efeitos plausíveis quanto a acumulação indiferenciada de dados.

A temporalidade modifica a função da informação. Estudos prévios permitem discutir necessidade, tecnologia, localização e alternativas. Registros da implantação apoiam o acompanhamento de condicionantes e de mudanças de projeto. Dados operacionais servem à fiscalização, à correção e à aprendizagem institucional. Essas funções se encadeiam, porém não possuem o mesmo poder de alterar escolhas. A publicação posterior à autorização pode sustentar responsabilização e produzir memória administrativa, enquanto a prevenção depende de acesso durante o período em que a decisão ainda conserva reversibilidade. O critério temporal precisa ser vinculado à escolha concreta que cada documento pretende informar.

Divulgação ativa e resposta a requerimentos atendem necessidades distintas. A primeira antecipa documentos de interesse coletivo, organiza séries e reduz custos de procura. O requerimento permite formular perguntas surgidas em controvérsias particulares e alcançar peças que uma rotina geral não selecionou. Painéis sintéticos sem acesso às fontes dificultam a verificação. Repositórios formados por arquivos brutos deslocam ao público a tarefa de reconstruir a lógica do procedimento. A abertura adequada oferece percursos entre síntese, base, método, versões e decisão, preservando a possibilidade de conferir como um valor foi produzido e utilizado.

A ausência documentada também possui conteúdo analítico. Série interrompida, versão perdida, indicador sem procedência e falta de monitoramento para um efeito relevante modificam a força das conclusões. Estimativas transferidas de outro território ou obtidas por modelagem podem ser necessárias, desde que sua origem e suas limitações apareçam. A distinção entre dado medido, estimado, modelado e extrapolado permite avaliar a natureza da evidência. Ocultar essa procedência converte uma limitação metodológica em aparência de certeza e

impede que a insuficiência seja considerada na decisão.

Categorias administrativas também participam da construção do que se torna visível. A forma de classificar tecnologias, impactos, territórios e grupos define quais diferenças permanecem reconhecíveis após a agregação. Reunir instalações distintas em uma mesma categoria pode ser adequado ao planejamento nacional e inadequado ao exame de conflitos locais. A série estatística não reproduz o fenômeno em estado bruto. Ela resulta de escolhas sobre inclusão, equivalência e escala. A informação pública precisa oferecer documentação dessas escolhas para que o leitor compreenda por que determinados registros foram reunidos, separados ou excluídos.

A memória institucional requer a conservação das versões e dos vínculos entre documentos. Relatórios corrigidos, projetos modificados e condicionantes alteradas precisam manter relação com as formulações anteriores. A substituição silenciosa impede reconstruir quando um dado mudou e qual decisão se apoiou em cada versão. Controle de versão, data, autoria, responsabilidade técnica e histórico de revisão possuem função pública porque transformam o arquivo em registro do processo. Sem essa memória, a divulgação atual pode estar correta e ainda impossibilitar o exame das razões que orientaram escolhas passadas.

Jacobi (2003, p. 192) relaciona a democracia participativa à “garantia do acesso à informação e à consolidação de canais abertos para uma participação plural”. A formulação impede reduzir participação a uma consequência espontânea da publicidade. O documento fornece matéria para indagar e contestar, enquanto os canais definem onde a pergunta pode ingressar e qual tratamento institucional receberá. A relação opera também em sentido inverso. Demandas formuladas por grupos sociais tornam visíveis lacunas de monitoramento, inadequações de escala e efeitos que os registros administrativos não haviam incorporado. A informação pública e a participação compõem, assim, um processo de produção, confronto e revisão do conhecimento.

Essa leitura altera o estatuto da transparência. O volume de arquivos deixa de funcionar como medida suficiente e cede lugar à análise da cadeia que liga observação, registro, método, interpretação e decisão. Integridade e rastreabilidade tornam-se propriedades centrais porque permitem acompanhar alterações, reconhecer responsabilidades e reconstruir o emprego do dado. A publicidade permanece indispensável, embora seu alcance varie conforme a organização documental, o tempo de divulgação e a abertura para questionamentos. A primeira dimensão da matriz



nasce dessa diferença entre a presença pública do conteúdo e sua inserção efetiva em uma relação de controle e participação.

A transição energética acrescenta uma dificuldade contrafactual. Benefícios são frequentemente expressos em relação a um futuro que ocorreria sem a política ou o empreendimento. Esse cenário não pode ser observado diretamente e depende de hipóteses sobre demanda, matriz, preços, inovação e regulação. A informação precisa distinguir registros do que ocorreu, projeções do que pode ocorrer e comparações com linhas de base construídas. O público passa a examinar a coerência das premissas e a sensibilidade das conclusões, evitando que uma projeção seja recebida como fato consolidado apenas por aparecer em documento oficial.

Mediação educativa, letramento energético e formação do juízo

A Política Nacional de Educação Ambiental aproxima democratização da informação, consciência crítica e participação (Brasil, 1999). Carvalho (2004, p. 18) confere densidade educacional a essa relação ao situar, na tradição da educação crítica, a “mediação na construção social de conhecimentos implicados na vida dos sujeitos”. A informação deixa de ser um conteúdo que atravessaria intacto o percurso entre emissor e público. Sua compreensão envolve experiências, linguagens, conflitos e condições de existência. Aplicada à transição energética, a mediação pergunta como os indicadores foram escolhidos, quais efeitos receberam visibilidade, que relações territoriais permaneceram ausentes e quais recursos permitem examinar uma explicação técnica.

A construção social do conhecimento não autoriza relativizar métodos ou equiparar toda afirmação. Ela situa a produção e o uso das evidências em relações concretas. Um cálculo de emissões conserva exigências próprias de consistência, assim como um relato territorial precisa ser examinado segundo aquilo que permite observar. A mediação cria condições para confrontar procedências, escalas e limites, identificando onde as afirmações convergem e onde descrevem objetos diferentes. Seu trabalho formativo reside na passagem de uma recepção subordinada à autoridade do documento para uma leitura capaz de reconstruir razões, formular objeções e revisar posições.

A mediação altera também a direção da comunicação. Uma estrutura centrada na transmissão define previamente o conteúdo relevante e mede o público pela capacidade de reproduzi-lo. A construção social de conhecimentos admite que perguntas formuladas durante a leitura modifiquem a

seleção dos dados e a explicação institucional. Isso não transfere ao receptor a responsabilidade técnica pelo documento. Exige que a instituição trate dúvidas e experiências como fontes capazes de revelar insuficiências na representação. A Educação Ambiental adquire função crítica quando a comunicação conserva essa abertura e permite que o problema seja reelaborado à luz das relações que o conteúdo inicial deixou pouco visíveis.

Loureiro (2004, p. 70) afirma que “nada se define em si, mas em relações em contextos espaço-temporais”. A proposição oferece um princípio de leitura para sistemas energéticos. Potência instalada adquire significado diante da disponibilidade do recurso, das perdas, da rede e do perfil de demanda. Uma redução de emissões depende da matriz substituída, da fronteira adotada e do período analisado. O impacto territorial varia conforme localização, escala e capacidade institucional de prevenção. A mediação educativa preserva essas relações e impede que atributos isolados se transformem em qualificações gerais da tecnologia.

Em uma articulação proposta neste artigo, Carvalho (2004) oferece fundamentos para compreender a mediação entre conhecimento e condições de vida, enquanto Loureiro (2004) permite situar essa mediação em relações históricas e territoriais. A articulação entre ambos permite tratar a informação energética como conhecimento socialmente situado, cuja precisão requer a explicitação dos vínculos técnicos e cuja relevância se vincula às perguntas formuladas em condições territoriais determinadas. A profundidade educativa surge da capacidade de conservar essas duas exigências durante a tradução, sem sacrificar o método e sem retirar do público a possibilidade de interrogar os critérios empregados.

O letramento energético especifica quais relações precisam tornar-se compreensíveis. Santillán e Cedano (2023, p. 1) o caracterizam pela compreensão de como a energia é gerada, transportada, armazenada, distribuída e utilizada, pela consciência de seus impactos ambientais e sociais e pelo conhecimento necessário para utilizá-la com eficiência. Essa formulação desloca a atenção do reconhecimento nominal das fontes para a arquitetura do sistema. Conversão, perdas, variabilidade, condicionamento, infraestrutura e consumo passam a integrar a leitura. Esse conhecimento inclui grandezas e unidades, embora não se esgote em vocabulário técnico. Ele permite reconhecer o que um indicador descreve, quais processos deixou fora e quais comparações podem ser sustentadas.

A revisão de Santillán e Cedano (2023) mostra que o letramento energético reúne componentes cognitivos, afetivos e comportamentais em formulações variadas.



Nik Abdul Majid et al. (2025) registram estratégias interdisciplinares, experimentação, projetos e integração entre ciência, tecnologia, engenharia e matemática, além de diferenças entre contextos educacionais, carga cognitiva e formação docente. A diversidade dessas dimensões exige disciplina inferencial. Conhecer o sistema não comprova mudança de atitude, e uma atitude favorável não assegura comportamento ou participação. O artigo retém a dimensão cognitiva e argumentativa como condição de uso da informação, sem converter essa condição em resultado social observado.

O grau de conhecimento necessário precisa ser proporcional à participação esperada. Cidadania energética não equivale a formação profissional em engenharia. Ela requer reconhecer componentes, fluxos, ordens de grandeza, dependências e incertezas suficientes para interpretar a justificativa oferecida e formular perguntas pertinentes. Especialistas permanecem necessários para produzir e revisar análises complexas. A competência pública consiste em compreender a estrutura da afirmação, identificar onde depende de autoridade técnica e solicitar demonstrações compatíveis com a relevância da decisão. Essa delimitação evita responsabilizar o cidadão por superar sozinho a opacidade produzida institucionalmente.

A distinção entre potência e energia ilustra o alcance dessa inteligibilidade. A capacidade nominal informa uma possibilidade instantânea de geração. A energia efetivamente produzida varia com o tempo, o recurso disponível, as perdas, as paradas e as condições operacionais. Comparar empreendimentos somente pela potência pode ocultar diferenças na produção e na adequação ao perfil de consumo. Por outro lado, comparar apenas a energia anual pode deixar invisíveis variabilidade, despacho, armazenamento e restrições da rede. O letramento energético permite identificar a pergunta respondida por cada grandeza e reconhecer o que permanece fora dela.

Localizar um dado, reconhecer sua unidade e compreender a afirmação que ele sustenta constituem operações diferentes. A primeira é condicionada pela organização do sistema documental. A segunda requer conhecimentos conceituais. A terceira exige relacionar o valor a uma pergunta, a um método e a uma conclusão. Um leitor pode saber o significado físico de uma unidade e desconhecer por que ela foi escolhida como denominador. Pode compreender a fórmula e não identificar que o cenário de referência favorece determinada alternativa. A inteligibilidade precisa alcançar essa passagem entre conteúdo técnico e função argumentativa.

A mesma exigência alcança os indicadores ambientais. Um valor por unidade de energia

incorpora escolhas sobre numerador, denominador, fronteira, período e alocação. A apresentação do número sem essas decisões produz legibilidade gráfica e opacidade metodológica. A inteligibilidade consiste em poder reconstruir a arquitetura da afirmação. Para isso, o documento precisa mostrar a origem dos dados, as fórmulas ou procedimentos, as hipóteses, as versões e a sensibilidade do resultado a mudanças relevantes. A explicação pública pode empregar linguagem acessível, desde que conserve o caminho até a base técnica completa.

Sasseron (2015, p. 58) observa que “o ensino por investigação demanda que o professor coloque em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas”. A contribuição desse referencial para o artigo não reside em transportar uma situação escolar diretamente para a esfera pública. Ela está nas operações intelectuais que ligam pergunta, evidência, explicação e argumentação. Séries, mapas e estimativas adquirem função quando respondem a uma questão identificável, sustentam inferências delimitadas e podem ser confrontados com alternativas. A formação do juízo requer acesso às razões que conectam o dado à conclusão.

A argumentação introduz um critério adicional. Afirmar sobre vantagens energéticas possuem premissas descritivas, escolhas metodológicas e critérios de valor. A redução de emissões pode ser estimada tecnicamente. A prioridade atribuída a essa redução diante de custos territoriais envolve ponderação pública. Misturar esses planos produz duas distorções. Decisões valorativas podem ser apresentadas como exigências inevitáveis do cálculo, e resultados científicos podem ser rejeitados como simples preferência. A mediação educativa deve distinguir evidência, inferência e critério decisório, permitindo que a controvérsia incida sobre o ponto efetivamente disputado.

A estrutura do argumento pode ser examinada pela relação entre afirmação, evidência e justificativa. Um relatório pode apresentar dados suficientes e omitir a regra que autoriza passar deles à conclusão. A comparação de emissões, por exemplo, depende de assumir que as funções prestadas são equivalentes e que a fronteira escolhida inclui as diferenças relevantes. Tornar explícita essa justificativa permite discutir se o dado sustenta a proposição e sob quais condições. A alfabetização científica contribui ao deslocar a atenção do resultado final para o percurso racional que o torna defensável.

A formação do juízo inclui a capacidade de graduar a força das conclusões. Evidências convergentes e produzidas por métodos independentes sustentam afirmações mais estáveis. Resultados dependentes de poucos parâmetros ou bases incompletas pedem



formulações condicionais. Essa graduação evita a escolha entre certeza integral e desconhecimento. O público pode reconhecer que uma alternativa apresenta vantagem provável em determinada dimensão e que persistem controvérsias sobre outra. A comunicação torna-se intelectualmente mais exigente e também mais fiel ao conhecimento disponível.

Cole et al. (2023, p. 1) relatam que os estudantes de ambas as escolas identificaram os principais componentes e sequências do sistema. O estudo comparou turmas do quarto ano durante uma unidade sobre energia solar e encontrou compreensão mais nuançada onde painéis fotovoltaicos integravam o espaço escolar. O alcance empírico é localizado e educacional. Nas condições específicas examinadas, os resultados sugerem que a representação dos componentes e de suas relações, quando integrada a uma sequência mediada de observação, modelagem e explicação, pode favorecer uma compreensão mais nuançada do sistema.

A esfera pública possui condições diferentes das observadas por Cole et al. (2023). Relatórios e plataformas não contam necessariamente com uma sequência didática, e seus leitores apresentam repertórios, interesses e tempos diversos. A passagem entre o estudo e a comunicação pública deve ser formulada como hipótese de organização informacional. Representações de fluxos, componentes e relações podem favorecer a leitura sistêmica quando se vinculam a perguntas concretas e permitem acessar os dados de origem. Uma imagem isolada ou uma instalação visível não produz, por si, compreensão do mecanismo, da escala ou dos efeitos socioambientais.

Representar um sistema exige selecionar componentes e relações. A escolha pode facilitar a compreensão e também ocultar dependências. Um fluxograma centrado na conversão energética tende a deixar fora financiamento, propriedade, materiais e destinação final. Um mapa de potência instalada pode silenciar geração efetiva e restrições de rede. A qualidade educativa da representação depende da finalidade declarada e da possibilidade de identificar seus limites. O modelo visual deve orientar a pergunta e manter caminhos para alcançar as relações que a síntese não comporta.

A tradução técnico-científica exige escolhas sobre ordem, vocabulário e profundidade. Conceitos como fator de capacidade, unidade funcional, degradação e incerteza não encontram substitutos cotidianos capazes de conservar todo o significado. Sua apresentação pode começar por situações observáveis, exemplos numéricos e relações causais, acompanhada da definição técnica necessária. Retirar

o termo e conservar apenas uma analogia limita a possibilidade de avançar. Acessibilidade comunicacional e precisão deixam de ser objetivos concorrentes quando a informação oferece camadas articuladas, nas quais síntese, glossário, visualização, método e base permanecem vinculados.

A arquitetura informacional precisa atender diferentes percursos de leitura. Um resumo pode orientar a localização do problema. Tabelas oferecem valores comparáveis. Gráficos tornam tendências visíveis e também selecionam escalas, categorias e intervalos. Mapas inscrevem efeitos no território e podem ocultar variações quando agregam áreas extensas. Cada recurso deve indicar fonte, período, unidade e possibilidade de acesso aos dados subjacentes. A qualidade da visualização depende da correspondência entre forma e pergunta, evitando que o acabamento gráfico substitua a explicação das premissas.

Por analogia, e não como resultado diretamente examinado pela revisão, a cautela relativa à carga cognitiva orienta a organização de documentos que reúnem conceitos energéticos, econômicos, ambientais e territoriais. A reunião simultânea de conceitos elétricos, econômicos, ambientais e territoriais pode exceder a capacidade de processamento oferecida pelo documento. Organizar o conteúdo em problemas relacionados reduz a sobrecarga sem fragmentar o sistema. O leitor pode iniciar pela decisão concreta, acessar as grandezas pertinentes e avançar para as premissas, preservando a relação entre as partes. A progressão substitui o acúmulo de termos por uma arquitetura de aprofundamento.

A confiança pública pode apoiar-se na possibilidade de inspeção, na identificação dos responsáveis, na estabilidade das versões e na exposição dos limites. A complexidade permanece presente e se torna examinável. Documentos que apresentam certezas excessivas tornam-se vulneráveis quando surgem revisões. Relatórios que distinguem evidência, hipótese e julgamento permitem compreender por que uma conclusão pode mudar sem que todo o processo perca validade. A transparência metodológica sustenta uma confiança revisável, compatível com a natureza provisória de projeções e avaliações tecnológicas.

Termos como eficiência, viabilidade e sustentabilidade condensam critérios diferentes. Eficiência pode designar conversão física, desempenho econômico ou uso de recursos. Viabilidade depende de preços, escala, financiamento e horizonte temporal. Sustentabilidade reúne dimensões cujo peso varia entre decisões. Empregar essas palavras sem indicar o critério produz



concordância aparente e desloca a controvérsia para uma expressão vaga. O letramento energético e ambiental exige decompor o termo, identificar a medida utilizada e reconhecer quais dimensões permanecem abertas à deliberação.

A divergência entre estimativas integra o conteúdo a ser compreendido. Resultados diferentes podem decorrer de atualização da base, erro, fronteiras distintas ou hipóteses incompatíveis. Apresentar um único número como se a variação fosse ruído externo impede avaliar a estabilidade da conclusão. Intervalos, cenários e análises de sensibilidade indicam quais premissas exercem maior influência. A incerteza comunicada com precisão delimita o que se sabe, onde a decisão exige cautela e quais dados adicionais podem alterar o diagnóstico. Ela qualifica a evidência e evita tanto a promessa de certeza quanto a indeterminação genérica.

A aproximação entre Educação Ambiental crítica, alfabetização científica e letramento energético produz um resultado teórico específico. A primeira situa o conhecimento em relações sociais e territoriais. A alfabetização científica explicita operações de pergunta, evidência e argumentação. O letramento energético delimita os componentes e processos do domínio analisado. Reunidos, esses referenciais definem inteligibilidade como capacidade de reconstruir relações técnicas, reconhecer limites e formular juízos discutíveis. A categoria deixa de medir facilidade superficial de leitura e passa a examinar se o documento oferece condições para uma apropriação intelectualmente responsável.

Renovabilidade, ciclo de vida e contextualização socioambiental

A renovabilidade descreve uma propriedade da fonte e não uma qualidade total do empreendimento. Avaliar sustentabilidade requer examinar materiais, fabricação, implantação, operação, manutenção, infraestrutura, transporte e destinação final. A distinção possui consequência informacional. Comunicações concentradas na fase operacional podem apresentar resultados verdadeiros e ainda oferecer uma representação incompleta da cadeia. O problema não se resolve com uma lista indistinta de impactos. Cada categoria precisa ser relacionada ao processo que a produz, à escala em que ocorre e ao grupo que suporta seus efeitos.

Na geração fotovoltaica, a ausência de emissões diretas durante a conversão da radiação em eletricidade constitui uma vantagem operacional. Oliveira e Araújo Filho (2021) situam a expansão da tecnologia no Brasil e registram fatores de aplicação e desenvolvimento. Mdallal et al. (2025) examinam

gerações de células, eficiência, custo, estabilidade, escalabilidade, toxicidade, degradação e recuperação de materiais. A leitura conjunta impede que o desempenho durante a operação substitua a avaliação do sistema. Produção de componentes, vida útil e fim de vida alteram o perfil ambiental e econômico comunicado.

A bioenergia torna ainda mais visível a dependência entre resultado e configuração da cadeia. Matéria-prima, uso da terra, logística, conversão, coprodutos, consumo de água e energia auxiliar modificam emissões e viabilidade. Conforme a formulação retomada por Osman et al. (2024, p. 1117), a avaliação do ciclo de vida quantifica e avalia as cargas ambientais associadas ao uso de energia, materiais e emissões de resíduos ao longo do ciclo de vida de um produto, processo ou atividade. Esse enquadramento obriga o relatório a explicitar etapas, dados, critérios de alocação e unidade funcional. Sem essas informações, uma estimativa condicionada pode ser recebida como atributo permanente da rota.

A fronteira do sistema estabelece quais processos ingressam no cálculo. Um inventário restrito à operação responde a pergunta diferente de outro que inclua extração, fabricação, transporte, manutenção e descarte. Nenhuma fronteira é completa em sentido absoluto. Sua adequação depende do objetivo e das diferenças relevantes entre alternativas. A informação pública deve declarar o recorte e explicar suas consequências, especialmente quando uma etapa excluída concentra emissões, consumo de recursos ou riscos. A comparação exige fronteiras compatíveis ou ajustes que tornem explícitas as assimetrias remanescentes.

A unidade funcional define a função comum pela qual sistemas são comparados. Emissões por unidade de energia, por potência instalada, por área ocupada ou por investimento expressam relações distintas. Mesmo a unidade de energia pode ser insuficiente quando tecnologias oferecem perfis temporais e serviços diferentes. O cenário de referência acrescenta outra condição. O benefício atribuído a uma fonte depende da geração ou do combustível que ela desloca, da infraestrutura já existente e do horizonte temporal. A mesma tecnologia pode produzir estimativas diferentes sem que uma delas seja necessariamente falsa, pois respondem a configurações diversas.

O cenário de referência constitui a base contrafactual da vantagem anunciada. Uma unidade de eletricidade renovável pode deslocar geração com intensidades distintas de carbono conforme local, horário e configuração do sistema. Combustíveis de origem biológica podem ser comparados a rotas fósseis, a outras matérias-primas ou a usos alternativos da



biomassa. A escolha da referência modifica a magnitude do benefício e precisa ser justificada pela decisão examinada. Linhas de base excessivamente desfavoráveis ampliam ganhos aparentes, enquanto referências inalcançáveis podem ocultar melhorias relevantes.

A comparabilidade decorre da compatibilidade entre pergunta, unidade, fronteira, período e qualidade dos dados. A conversão de resultados para uma unidade gráfica comum não corrige divergências de objeto. Um indicador somente pode sustentar escolha entre alternativas quando as funções comparadas, os processos incluídos e os cenários de referência são suficientemente próximos ou quando as diferenças aparecem no próprio argumento. Essa disciplina reduz o uso promocional de números isolados e permite localizar a origem de resultados discordantes.

O ciclo de vida possui geografia. Extração mineral, fabricação de componentes, implantação, geração, consumo e destinação final podem ocorrer em territórios diferentes. Inventários agregados registram quantidades e tendem a atenuar a distribuição concreta de riscos e benefícios. Uma redução média de emissões não informa quem enfrenta alteração do uso da terra, pressão hídrica, ruído, tráfego ou exposição a resíduos. A contextualização socioambiental relaciona o indicador às localizações, aos grupos afetados e às capacidades institucionais de prevenção, monitoramento e reparação.

A alocação de impactos entre produtos merece atenção em cadeias com coprodução. Uma rota bioenergética pode gerar combustível, eletricidade, calor e materiais. Distribuir emissões e custos por massa, energia, valor econômico ou expansão do sistema altera os resultados atribuídos a cada produto. O critério precisa corresponder ao objetivo do estudo e ser submetido a análise de sensibilidade quando influencia a conclusão. A informação pública deve apresentar essa escolha como decisão metodológica, evitando que o valor final pareça consequência direta e única do processo físico.

A escala do empreendimento modifica relações territoriais e informacionais. Sistemas distribuídos e grandes instalações podem utilizar princípios tecnológicos semelhantes e produzir efeitos distintos sobre rede, propriedade, financiamento, paisagem, manutenção e participação local. Dados nacionais orientam planejamento agregado. Decisões locais exigem informação capaz de descrever usos existentes, cumulatividade e distribuição espacial dos efeitos. A passagem entre escalas deve ser explicitada para evitar que um benefício calculado no nível do sistema energético silencie encargos concentrados no lugar de implantação.

A incerteza acompanha todas essas escolhas. Vida útil, degradação, preços, intensidade de carbono da eletricidade, disponibilidade do recurso e taxas de recuperação são estimados sob condições que podem mudar. Qualidade, atualização e procedência da base influenciam o resultado. Um intervalo estreito obtido de premissas frágeis não oferece segurança superior a uma faixa mais ampla sustentada por dados consistentes. A comunicação precisa identificar parâmetros dominantes, valores assumidos e consequências de sua variação, permitindo que a decisão reconheça dependências que uma estimativa pontual encobre.

O horizonte temporal reúne escolhas físicas e políticas. Tecnologias com vida útil, degradação e tempo de retorno diferentes não podem ser comparadas sem explicitar o período. Taxas de desconto alteram o peso atribuído a custos futuros, manutenção, reposição e benefícios climáticos. Inventários podem pressupor reciclagem ou recuperação de materiais que ainda depende de infraestrutura futura. A contextualização deve mostrar quais capacidades existem, quais foram projetadas e como a conclusão muda quando a hipótese não se realiza. O tempo deixa de ser simples parâmetro e passa a integrar o conteúdo da decisão.

Osman et al. (2024, p. 1125) afirmam que avaliações efetivas devem abranger vários indicadores de sustentabilidade ambiental e ultrapassar a consideração restrita às emissões de gases de efeito estufa e ao balanço energético. A formulação sustenta uma análise pluricriterial e impõe limites. Água, uso da terra, toxicidade, materiais, resíduos e emissões possuem disponibilidade e precisão desiguais. Multiplicar categorias sem dados adequados produz aparência de completude. A seleção precisa corresponder aos efeitos plausíveis, declarar omissões e distinguir resultados medidos, estimados e extrapolados.

A comunicação promocional pode ser reconhecida quando benefícios recebem números, séries e comparações, enquanto custos e restrições aparecem como ressalvas genéricas. O desequilíbrio ocorre também pela escolha da linha de base, pela omissão de etapas e pela apresentação seletiva da incerteza. Uma comunicação pública adequada não exige equivalência artificial entre vantagens e desvantagens. Exige critérios simétricos de demonstração. Afirmativas favoráveis e adversas devem explicitar fonte, unidade, recorte e força da evidência, permitindo que a comparação se apoie na qualidade dos argumentos e não na posição ocupada no material de divulgação.

A contextualização também alcança efeitos de difícil monetização ou agregação. Alterações de uso,



vínculos culturais, percepção de risco e distribuição de oportunidades podem requerer descrições qualitativas e evidências territoriais. Integrá-las ao processo não significa convertê-las em equivalentes de um inventário físico. Cada evidência conserva seu modo de produção e seu alcance. A decisão precisa expor como critérios heterogêneos foram considerados, quais conflitos permaneceram e por que determinada ponderação foi adotada. O documento ganha densidade quando torna visível a estrutura da escolha.

Avaliações multicritério tornam explícita a coexistência de desempenhos favoráveis e desfavoráveis, mas não retiram a necessidade de julgamento. Normalização, ponderação e agregação incorporam decisões sobre comparabilidade e importância relativa. Um índice único pode facilitar comunicação e ocultar compensações. A informação destinada à participação deve permitir retornar aos indicadores componentes e examinar como pesos distintos alteram a ordenação das alternativas. A síntese é útil quando preserva reversibilidade analítica e deixa visível o critério que produziu o resultado agregado.

A avaliação técnica e a escolha pública realizam operações relacionadas e distintas. A primeira estima efeitos sob métodos e premissas determinados. A segunda define quais efeitos serão priorizados, que riscos são aceitáveis, como incertezas serão tratadas e quais obrigações acompanharão a implantação. A qualidade do estudo condiciona a decisão e não elimina sua dimensão política. Tornar essa diferença explícita impede que a preferência institucional seja apresentada como conclusão inevitável do modelo e evita que discordâncias sobre prioridade sejam confundidas com rejeição do conhecimento científico.

A tecnologia também modifica o sistema no qual ingressa. Expansão de uma fonte variável pode exigir rede, armazenamento, flexibilidade ou geração complementar. Bioenergia pode assumir funções distintas conforme disponibilidade da biomassa e necessidade de despacho. Avaliar o dispositivo isolado oferece respostas parciais quando custos e benefícios surgem das interações sistêmicas. A contextualização precisa indicar se o estudo examina componente, empreendimento ou sistema e evitar transferir conclusões entre esses níveis sem demonstrar a correspondência.

Médias sistêmicas e experiências locais respondem a perguntas diferentes. Um benefício agregado pode justificar política de expansão e coexistir com danos concentrados que requerem prevenção, modificação do projeto ou reparação. A média não autoriza presumir compensação entre grupos, porque os

sujeitos que recebem o benefício podem não ser os mesmos que suportam o risco. A informação precisa tornar essa distribuição observável antes da ponderação. O debate passa a examinar alternativas locais, medidas de redução, mecanismos de acompanhamento e critérios de justiça compatíveis com a situação concreta.

O princípio relacional formulado por Loureiro (2004) reaparece nessa análise técnica. Uma tecnologia não possui significado socioambiental separado das condições espaço-temporais de sua implantação. A mediação proposta por Carvalho (2004) acrescenta que essas condições ingressam no conhecimento por experiências, linguagens e controvérsias socialmente situadas. O ciclo de vida oferece uma arquitetura para acompanhar processos materiais. A Educação Ambiental crítica impede que essa arquitetura perca as relações de poder e os sujeitos que experimentam seus efeitos. A contextualização resulta do encontro entre precisão metodológica e inscrição territorial.

Esse encontro evita duas reduções. A primeira trata sustentabilidade como soma de indicadores desvinculados da decisão. A segunda dissolve resultados técnicos em uma controvérsia sem critérios de verificação. A análise socioambiental precisa conservar métodos, unidades e incertezas e, simultaneamente, examinar quem define o objeto, quais alternativas foram consideradas e como custos e benefícios se distribuem. A informação adequada não antecipa uma conclusão única. Ela estabelece condições para que divergências possam ser localizadas, justificadas e confrontadas.

Desigualdade informacional e utilização participativa

A informação circula em condições desiguais de escolarização, renda, conectividade, tempo e proximidade institucional. A publicação digital reduz custos de reprodução e pode ampliar o alcance, porém transfere ao usuário exigências de equipamento, navegação, busca e interpretação. A acessibilidade designa a possibilidade concreta de localizar, obter, ler e relacionar o conteúdo ao procedimento que o produziu. Sua análise recai sobre a interação entre repertórios diversos e escolhas institucionais de formato, linguagem, organização e prazo.

Como requisito proposto pela matriz, a acessibilidade compreende compatibilidade com leitores de tela, estrutura navegável, contraste, descrição de imagens, versões textuais de gráficos e arquivos pesquisáveis. Essas condições melhoram a localização e a compreensão para públicos diversos e impedem que o suporte escolhido bloqueie o exercício do direito. A mera presença de um arquivo em uma página não



comprova que ele possa ser usado. Plataformas precisam ser avaliadas pelo percurso efetivo de obtenção, pela estabilidade dos endereços, pela identificação das versões e pela relação entre síntese e documento de origem.

O custo de produzir e interpretar informação também se distribui de maneira assimétrica. Empresas e administrações podem manter equipes técnicas permanentes. Comunidades recorrem, muitas vezes, a universidades, associações ou assessorias independentes. Linguagem acessível reduz parte da barreira, sem eliminar diferenças de recursos e tempo. Processos de alta complexidade precisam oferecer antecedência, formatos e oportunidades de esclarecimento proporcionais ao objeto. Prazos uniformes podem produzir oportunidades materialmente distintas quando o volume e a dificuldade dos documentos variam.

A assimetria aparece ainda na distribuição do ônus da prova. Proponentes controlam parte dos dados e definem inicialmente a estrutura dos estudos. Grupos afetados podem ser chamados a demonstrar efeitos sem acesso às bases, aos modelos ou aos recursos necessários. A abertura metodológica reduz essa diferença ao permitir verificar premissas e formular pedidos precisos. Quando a informação permanece sob controle exclusivo de quem sustenta a proposta, a participação tende a discutir conclusões prontas e encontra dificuldade para alcançar as condições que as produziram.

O conhecimento especializado conserva autoridade quando explicita método, aceita escrutínio e reconhece o limite de sua competência. A experiência territorial oferece observações sobre usos, mudanças e efeitos cumulativos que bases agregadas dificilmente registram. Essas formas de conhecimento não são equivalentes nem incomunicáveis. Uma modelagem alcança processos fora da observação imediata e pode omitir relações locais. Um relato identifica ocorrências e pode requerer verificação adicional para sustentar causalidade. A participação qualificada exige critérios para registrar, confrontar e responder a cada contribuição segundo sua natureza.

A pluralidade do público exige mediações diversas. Moradores diretamente afetados, consumidores, trabalhadores, pesquisadores, gestores e organizações ambientais formulam perguntas distintas porque ocupam posições diferentes na cadeia. Um único resumo pode atender a nenhuma delas com suficiência. A organização informacional precisa oferecer entradas relacionadas ao objeto, ao território e ao tipo de decisão, mantendo uma base comum verificável. A diversidade de percursos não autoriza versões contraditórias do mesmo dado. Ela orienta

modos diferentes de acesso a uma estrutura documental coerente.

A utilização participativa requer canais em que a informação produza consequência procedimental. Consultas, audiências, conselhos, pedidos de esclarecimento e manifestações técnicas possuem formatos e alcances diferentes. O número de participantes pouco diz sobre a qualidade do processo quando não se sabe se as contribuições foram registradas, examinadas e respondidas. Resposta institucional significa apresentar razões para acolhimento, incorporação parcial ou rejeição, com precisão compatível com o argumento recebido. A decisão conserva sua responsabilidade e torna rastreável o tratamento dado à participação.

A responsividade possui dimensão epistêmica. Objeções metodológicas pedem respostas sobre método. Informações territoriais podem exigir verificação de campo. Divergências valorativas precisam aparecer na motivação quando incidem sobre os critérios da escolha. Respostas padronizadas mantêm o rito e ocultam a falta de exame. A participação não implica que toda manifestação prevaleça. Ela exige que o percurso entre contribuição e decisão possa ser reconstruído e que desacordo justificado, insuficiência de evidência e desconsideração administrativa permaneçam distinguíveis.

A resposta pode produzir aprendizagem institucional quando altera formulários, indicadores, rotinas de monitoramento ou modos de divulgação. Uma pergunta recorrente revela que determinada relação não está suficientemente representada. Uma divergência territorial pode exigir desagregação espacial. Um erro identificado pode levar à revisão da base e das decisões que dela dependeram. A participação adquire alcance cognitivo e procedimental quando o sistema conserva essas alterações e as incorpora às versões seguintes. Sem memória das respostas, cada consulta recomeça e o conhecimento produzido socialmente se dispersa.

O tempo de participação constitui recurso desigual. Relatórios extensos divulgados poucos dias antes de uma audiência favorecem agentes com equipes permanentes e limitam a constituição de assessorias comunitárias. A antecedência adequada depende do volume, da complexidade e da existência de versões acessíveis. A avaliação deve relacionar calendário, disponibilidade documental, possibilidade de esclarecimento e momento decisório. Abertura formal e oportunidade material se afastam quando o desenho temporal impede preparação suficiente ou quando respostas são oferecidas depois do encerramento das alternativas.



A partir da relação estabelecida por Jacobi (2003) entre informação, cidadania e canais participativos, o artigo interpreta a participação como prática capaz de contribuir para a produção compartilhada de conhecimento sobre problemas socioambientais. Essa formulação amplia o papel dos canais institucionais. Eles recebem manifestações e também devolvem ao processo informações sobre efeitos, ausências e critérios contestados. Carvalho (2004) acrescenta a mediação entre saberes e condições de vida. Loureiro (2004) impede separar o procedimento de seu contexto histórico e territorial. A utilização participativa resulta dessa circulação, na qual documentos, argumentos e respostas podem alterar a compreensão do problema.

Participação e decisão permanecem relacionadas sem formar uma equivalência. Um processo pode oferecer informação adequada, registrar contribuições e adotar solução contestada por parte dos participantes. A qualidade participativa depende da abertura para argumentos, da justificativa e da possibilidade de controle, não de unanimidade. Da mesma forma, uma decisão ambientalmente favorável não comprova que o percurso tenha sido participativo. Separar procedimento e resultado preserva a análise crítica e impede avaliar a cidadania apenas pela concordância com a escolha final.

A ausência de manifestação possui interpretação indeterminada. Pode decorrer de concordância, desinteresse, falta de tempo, barreira de acesso, baixa confiança ou percepção de que a decisão já está fechada. Tomar o silêncio como consentimento elimina justamente as condições que a análise precisa verificar. Registros de acesso, pedidos de esclarecimento, participação em diferentes momentos e avaliação das barreiras oferecem elementos mais adequados. Ainda assim, somente estudos específicos permitem inferir motivos. A matriz limita-se a examinar se houve oportunidade material e procedimental para que a manifestação ocorresse.

As cinco dimensões propostas não descrevem uma sequência inevitável. Um documento pode ser tecnicamente inteligível e permanecer inacessível. Uma plataforma pode reunir dados completos e divulgá-los quando a escolha já não admite revisão. Uma audiência pode abrir canal de manifestação e operar sobre informações descontextualizadas. Essas combinações mostram por que disponibilidade, acessibilidade, inteligibilidade, contextualização e utilização participativa precisam ser avaliadas separadamente e relacionadas ao final. O diagnóstico identifica a insuficiência predominante e orienta medidas compatíveis com sua natureza.

Matriz analítica das condições participativas da informação

A articulação teórica e documental permitiu organizar, na Tabela 1, uma matriz aplicável a relatórios, plataformas, estudos ambientais, consultas e processos relacionados a sistemas energéticos. Sua derivação partiu de cinco falhas que não podiam ser explicadas por uma categoria única. O conteúdo pode inexistir, permanecer difícil de obter, impedir a reconstrução do raciocínio técnico, omitir relações territoriais ou chegar a instâncias sem capacidade de resposta. A matriz associa cada dimensão a uma questão diagnóstica, a requisitos observáveis, à insuficiência correspondente e ao limite da inferência autorizada.

Integridade, rastreabilidade e oportunidade atravessam as cinco dimensões. A integridade examina se dados, métodos e vínculos foram conservados. A rastreabilidade acompanha a passagem entre registro, cálculo, síntese e decisão. A oportunidade relaciona a circulação da informação à reversibilidade das escolhas. Essas propriedades evitam uma leitura aditiva. Um requisito pode perder valor quando o documento foi alterado sem registro, quando a origem do indicador não pode ser recuperada ou quando a publicação ocorre depois da consolidação do processo.

Disponibilidade e acessibilidade respondem a problemas próximos e distintos. A primeira verifica existência, continuidade e publicação. A segunda examina as condições concretas de localização, obtenção e leitura. A distinção impede classificar como plenamente acessível um conjunto divulgado em formato fechado, disperso entre páginas ou sem identificação de versões. Também permite reconhecer que linguagem clara não compensa a ausência de séries, documentos ou dados de origem.

A inteligibilidade técnico-energética incide sobre conceitos, relações sistêmicas e método. Seu objeto é a possibilidade de reconhecer grandezas, unidades, fronteiras, premissas, incertezas e alcance das comparações. A contextualização socioambiental amplia a pergunta para o ciclo de vida, o território, as alternativas e a distribuição dos efeitos. Um indicador pode ser metodologicamente claro e permanecer inadequado à decisão quando a escala ou a fronteira exclui processos relevantes.

A utilização participativa examina a inserção da informação em procedimentos capazes de registrar, analisar e responder manifestações. Sua presença não demonstra influência efetiva nem assegura a alteração da escolha. Ela identifica uma condição institucional observável. A resposta precisa ser proporcional ao conteúdo recebido e ocorrer

enquanto houver possibilidade de revisão. Essa dimensão impede que transparência seja confundida

com mera exposição pública e torna examinável o tratamento conferido aos argumentos.

Tabela 1. Matriz analítica das condições participativas da informação ambiental e energética.

Dimensão	Objeto examinado	Questão diagnóstica	Insuficiência correspondente	Inferência autorizada
Disponibilidade	Existência, integridade, continuidade e publicação	Os dados e documentos necessários existem, estão completos e permanecem disponíveis?	Ausência, omissão, descontinuidade, perda de versão ou publicação tardia	Permite avaliar a base documental aberta, sem inferir compreensão ou uso
Acessibilidade	Localização, obtenção, formato e condições comunicacionais	Diferentes públicos conseguem encontrar, obter e ler o conteúdo?	Barreiras digitais, econômicas, procedimentais, linguísticas ou de acessibilidade	Permite avaliar condições de acesso, sem inferir inteligibilidade técnica
Inteligibilidade técnico-energética	Grandezas, unidades, métodos, fronteiras e incertezas	O leitor consegue reconstruir o significado dos indicadores e as relações do sistema?	Opacidade técnica, ambiguidade de unidades, método ausente ou falsa comparabilidade	Permite avaliar clareza e rastreabilidade do raciocínio, sem medir aprendizagem
Contextualização socioambiental	Ciclo de vida, escala, território, alternativas e grupos afetados	Os dados permitem relacionar benefícios, custos e riscos às condições que os produzem?	Informação fragmentada, promocional, desterritorializada ou sem alternativas	Permite avaliar a suficiência contextual, sem determinar qual decisão deve prevalecer
Utilização participativa	Oportunidade, canais, registro, resposta e influência procedimental	A informação pode fundamentar manifestações enquanto a decisão permanece aberta?	Transparência sem resposta, participação tardia ou procedimento apenas formal	Permite avaliar capacidade institucional de uso, sem provar influência ou causalidade

Fonte: elaboração dos autores.

As dimensões mantêm interdependências e admitem retornos. A análise de inteligibilidade pode revelar dados ausentes. A contextualização pode exigir outra escala de monitoramento. Uma manifestação pode mostrar que a categoria usada no painel não corresponde ao efeito vivido no território. A matriz evita a imagem de degraus universais e permite registrar configurações, como alta disponibilidade acompanhada de baixa acessibilidade ou conteúdo compreensível apresentado fora do tempo da decisão.

A matriz não pressupõe que todas as dimensões recebam o mesmo peso em qualquer aplicação. Um relatório técnico pode exigir exame mais detalhado de inteligibilidade e contextualização. Uma plataforma pública demanda atenção à disponibilidade e à acessibilidade. Um procedimento de consulta acrescenta critérios de oportunidade e resposta. A variação deve ocorrer por justificativa vinculada ao objeto, sem suprimir dimensões silenciosamente. O resultado mais útil pode assumir a forma de perfil diagnóstico, preservando tensões que uma nota total esconderia.

A conversão imediata das dimensões em pontuação produziria uma precisão ainda não sustentada. Escalas requerem indicadores, níveis, regras para dados ausentes e testes de consistência. Também precisam enfrentar compensações. Elevada disponibilidade não deveria neutralizar ausência de resposta institucional, e linguagem clara não deveria compensar fronteira inadequada. Antes de qualquer

agregação, a aplicação deve registrar requisitos mínimos e insuficiências críticas. Essa cautela conserva a finalidade diagnóstica e impede que um índice simplifique justamente as relações que a matriz procura tornar examináveis.

A aplicação requer delimitação prévia do objeto. Uma plataforma nacional, um relatório de ciclo de vida e um processo local de licenciamento exigem indicadores diferentes. A análise documental pode verificar método, continuidade, fronteiras, alternativas e respostas. Estudos com usuários serão necessários para observar localização, compreensão e formulação de perguntas. O acompanhamento de processos decisórios poderá reconstruir quando a informação circulou e como as contribuições foram consideradas. Essas abordagens oferecem evidências complementares e não devem ser fundidas em uma pontuação única sem validação.

A matriz avalia relações entre documento, mediação e instituição. Ela não classifica cidadãos nem atribui dificuldades de compreensão a déficits individuais. Linguagem inadequada, organização deficiente, ausência de método e complexidade intrínseca produzem obstáculos diferentes. A falta de manifestação tampouco comprova desinteresse quando informação, tempo, assessoria ou canais foram insuficientes. Indicadores futuros deverão preservar essa orientação para evitar que falhas institucionais sejam transferidas ao público como incapacidade.



O estatuto propositivo delimita o resultado alcançado. A coerência interna da matriz foi examinada pela correspondência entre as cinco dimensões e as insuficiências identificadas na literatura e nos documentos. Ainda faltam testes de aplicabilidade, clareza das regras, concordância entre avaliadores e sensibilidade a diferentes objetos. A validação deverá observar se as categorias distinguem problemas relevantes sem duplicação e se produzem diagnósticos capazes de orientar alterações documentais, educativas e procedimentais.

A validação deverá combinar exame conceitual e aplicação prática. Especialistas poderão avaliar a pertinência e a suficiência dos indicadores. Aplicações independentes permitirão medir concordância e localizar descrições ambíguas. Estudos de caso mostrarão se a matriz diferencia plataformas, relatórios e processos com configurações distintas. Revisões sucessivas precisarão conservar o vínculo entre cada alteração e o problema observado. Esse percurso evita apresentar como escala consolidada uma construção ainda teórica e oferece critérios para que sua utilidade seja examinada por evidências.

CONCLUSÃO

A informação ambiental sobre fontes renováveis pode contribuir para o letramento energético e para a participação quando conserva integridade, permite acesso efetivo, torna reconstruíveis os métodos e as relações do sistema, situa resultados no ciclo de vida e no território e ingressa em procedimentos capazes de responder a argumentos. A hipótese foi sustentada no plano analítico. A publicação constitui uma condição inicial, cujo alcance depende de mediações educativas, qualidade técnica, contextualização e oportunidade decisória. O método utilizado não autoriza concluir que essas condições produzam, por efeito direto, compreensão, mudança de comportamento ou influência institucional.

A Educação Ambiental crítica situa o conhecimento energético nas relações sociais e nas condições de vida. A alfabetização científica oferece operações de pergunta, evidência e argumentação. O letramento energético delimita os processos, conceitos e grandezas necessários à leitura do sistema. A avaliação de ciclo de vida acrescenta fronteiras, unidades funcionais, cenários, escalas e incertezas. A articulação desses referenciais mostrou que renovabilidade permanece uma propriedade da fonte e não caracteriza sozinha a sustentabilidade da cadeia ou do empreendimento.

A matriz separa disponibilidade, acessibilidade, inteligibilidade técnico-energética, contextualização socioambiental e utilização participativa. Essa

diferenciação permite localizar falhas que a noção genérica de transparência tende a reunir. Seu uso futuro exigirá objetos definidos, indicadores observáveis, regras de codificação e validação com documentos, usuários e processos decisórios. A contribuição atual consiste em oferecer uma estrutura para examinar onde a informação perde capacidade pública e qual tipo de intervenção pode responder à insuficiência encontrada.

Desigualdades materiais, recursos institucionais e relações de poder não se dissolvem pela ampliação do volume informacional. A função democrática da informação surge quando o conteúdo oferece base verificável para formular perguntas, confrontar justificativas e intervir enquanto as escolhas admitem revisão. Nessas condições, a informação participa da cidadania energética sem substituir a deliberação, o conflito de critérios ou a responsabilidade política pela decisão.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938c/ompilada.htm. Acesso em: 22 jul. 2026.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 22 jul. 2026.
- BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 22 jul. 2026.
- BRASIL. Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003. Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do Sisnama. Brasília, DF: Presidência da República, 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.650.htm. Acesso em: 22 jul. 2026.



- BRASIL. Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024. Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/14926.htm. Acesso em: 22 jul. 2026.
- CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 13–24.
- COLE, Laura Brianna; FALLAHOSSEINI, Sepideh; ZANGORI, Laura; OERTLI, R. Tanner. Learnscapes for renewable energy education: an exploration of elementary student understanding of solar energy systems. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, v. 19, n. 1, e2305, 2023. DOI: 10.29333/ijese/13034.
- JACOBI, Pedro. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 118, p. 189–205, mar. 2003.
- LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Educação Ambiental Transformadora. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 65–84.
- MDALLAL, Ayman; YASIN, Ahmad; MAHMOUD, Montaser; ABDELKAREEM, Mohammad Ali; ALAMI, Abdul Hai; OLABI, Abdul Ghani. A comprehensive review on solar photovoltaics: navigating generational shifts, innovations, and sustainability. *Sustainable Horizons*, v. 13, 100137, 2025. DOI: 10.1016/j.horiz.2025.100137.
- NIK ABDUL MAJID, Nik Aida Mastura; OSMAN, Kamisah; YEE, Tan Siok. Integrating energy literacy into science education: a comprehensive systematic review. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, v. 14, n. 2, p. 1253–1263, 2025. DOI: 10.11591/ijere.v14i2.31873.
- OLIVEIRA, Esdras Alex Freire de; ARAÚJO FILHO, José Gonçalves de. Perspectivas da geração e aplicação da energia solar fotovoltaica no Brasil: uma revisão da literatura (2015–2019). *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 12, n. 5, p. 435–450, 2021. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0035.
- OSMAN, Ahmed I. et al. Life cycle assessment and techno-economic analysis of sustainable bioenergy production: a review. *Environmental Chemistry Letters*, v. 22, n. 3, p. 1115–1154, 2024. DOI: 10.1007/s10311-023-01694-z.
- SANTILLÁN, Oscar S.; CEDANO, Karla G. Energy literacy: a systematic review of the scientific literature. *Energies*, v. 16, n. 21, 7235, 2023. DOI: 10.3390/en16217235.
- SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49–67, 2015. DOI: 10.1590/1983-2117201517s04.