



Desenvolvimento da funcionalidade Estimativa do Preço de Indiferença para a plataforma Macde

Joneimar Cruz de Lemos | joneimarlemos17@gmail.com¹
Fabrício Yutaka Kuwabata Takigawa | takigawa@ifsc.edu.br²
Daniel Tenfen | daniel.tenfen@ifsc.edu.br³
Dyego Campos | dyego.campos@ifsc.edu.br⁴
Carlos Ernani da Veiga | cveiga@ifsc.edu.br⁵
Rubipiara Cavalcante Fernandes | piara@ifsc.edu.br⁶

Setec/MEC

Trabalho de Pesquisa

DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

A plataforma Modelo de Avaliação dos Contratos de Demanda de Energia (Macde) foi desenvolvida pelo Grupo de Estudos em Sistemas de Energia (GESE) do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Desde 2018, conta com recursos da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec), dentro do Programa Energif, ligado à rede de Instituições Federais de Educação Profissional e Tecnológica, para aprimoramentos e utilização da plataforma em toda rede de institutos. O objetivo principal do Macde é auxiliar consumidores de média e alta tensão a otimizarem contratos de demanda. Com a recente alteração regulatória, que permite a esses consumidores tornarem-se livres, o intuito deste trabalho é apresentar o desenvolvimento de uma nova funcionalidade para a plataforma Macde, denominada Estimativa do Preço de Indiferença (E-PI), que pode servir como uma métrica econômica para avaliar a viabilidade de migração entre os ambientes de contratação de energia.

Palavras-chave: Macde; ambientes de contratação; consumidores potencialmente livres; estimativa do preço de indiferença; desenvolvimento web.

Introdução

A plataforma Modelo de Avaliação dos Contratos de Demanda de Energia (Macde) foi desenvolvida por pesquisadores do IFSC, desde 2017, com o intuito de auxiliar os consumidores do Grupo A (atendidos em alta e média tensão) a otimizarem

¹ Estudante do curso Técnico em Meteorologia e Egresso do curso de Tecnologia em Sistemas de Energia, ambos do IFSC Câmpus Florianópolis.

² Docente do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAE) do IFSC Câmpus Florianópolis.

³ Docente do DAE do IFSC Câmpus Florianópolis.

⁴ Técnico do Departamento Acadêmico de Eletrônica do IFSC Câmpus Florianópolis.

⁵ Docente do DAE do IFSC Câmpus Florianópolis.

⁶ Docente do DAE do IFSC Câmpus Florianópolis.

economicamente seus contratos (Campos, 2020). A plataforma desenvolvida está sendo constantemente atualizada e, desde 2018, faz parte dos programas desenvolvidos pelo EnergI/Setec, para uso de todas as instituições federais ligadas a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec).

Com a Portaria Normativa nº 50/2022 (MME, 2022), esses consumidores do grupo A passaram a ter a liberdade de migrar para o Ambiente de Contratação Livre (ACL) onde podem escolher seus supridores de energia. No entanto, a análise da viabilidade econômica da migração entre o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e o Livre (ACL) é uma tarefa complexa, pois requer a comparação de múltiplos fatores, como o perfil de carga dos consumidores, as tarifas vigentes no ACR, os moldes dos contratos no ACL (preços, montantes, condições), entre outros. Apesar do apelo econômico proporcionado pela liberdade de escolha, os dois ambientes apresentam riscos (Aneel, 2024; MME, 2024).

Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo descrever o desenvolvimento de uma nova ferramenta a ser inserida no Macde, destinada a auxiliar a análise de viabilidade econômica de migração para o ACL. A metodologia utiliza a Estimativa do Preço de Indiferença (E-PI) como métrica de referência para as análises, de forma que o valor encontrado representa o preço da energia que, se praticado no ACL, manteria os custos totais equivalentes entre os ambientes.

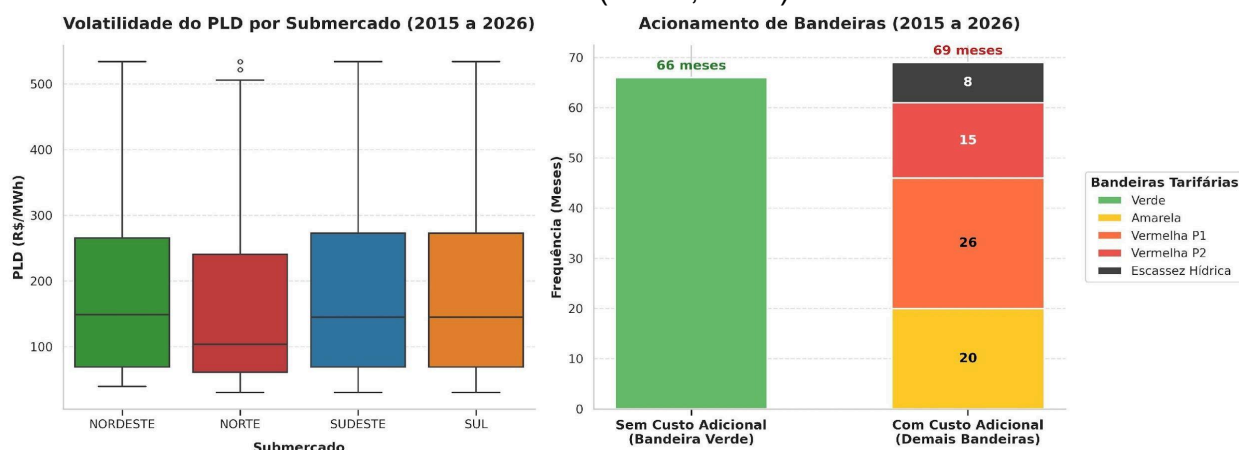
Fundamentação teórica

No ACR, o consumidor cativo não tem liberdade para escolher o agente que fornecerá a energia elétrica, a distribuidora local é a responsável pela aquisição da energia por meio de leilões regulados e repassa o custo aos consumidores por meio de tarifas horo-sazonais reguladas (Aneel, 2021). Já no ACL, o consumidor livre pode escolher seu fornecedor e negociar livremente preços, tipos de fontes, montantes e prazos por meio de contratos bilaterais (MME, 2024).

Ambos consumidores (livres e cativos) são expostos a riscos. No ACL, há exposição ao Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) no Mercado de Curto Prazo se houver discrepância entre a energia contratada e a consumida, além de possíveis penalidades por falta de lastro (Aneel, 2024). Já no ACR, a escassez hídrica pode elevar

o custo da energia devido ao acionamento de usinas mais caras (Aneel, 2026), em que o sistema repassa o custo através do mecanismo de bandeiras tarifárias. As bandeiras são valores adicionais que incidem sobre a energia consumida, acrescido de tributos (Aneel, 2021), sendo classificadas em: Verde (sem adicional), Amarela, Vermelha Patamar 1, Vermelha Patamar 2 e Escassez Hídrica (evento crítico em 2021). Destaca-se que diferentemente da exposição ao PLD, este é um risco que não pode ser evitado. A Figura 1 ilustra os principais riscos de cada ambiente, baseado no histórico (2015-2026).

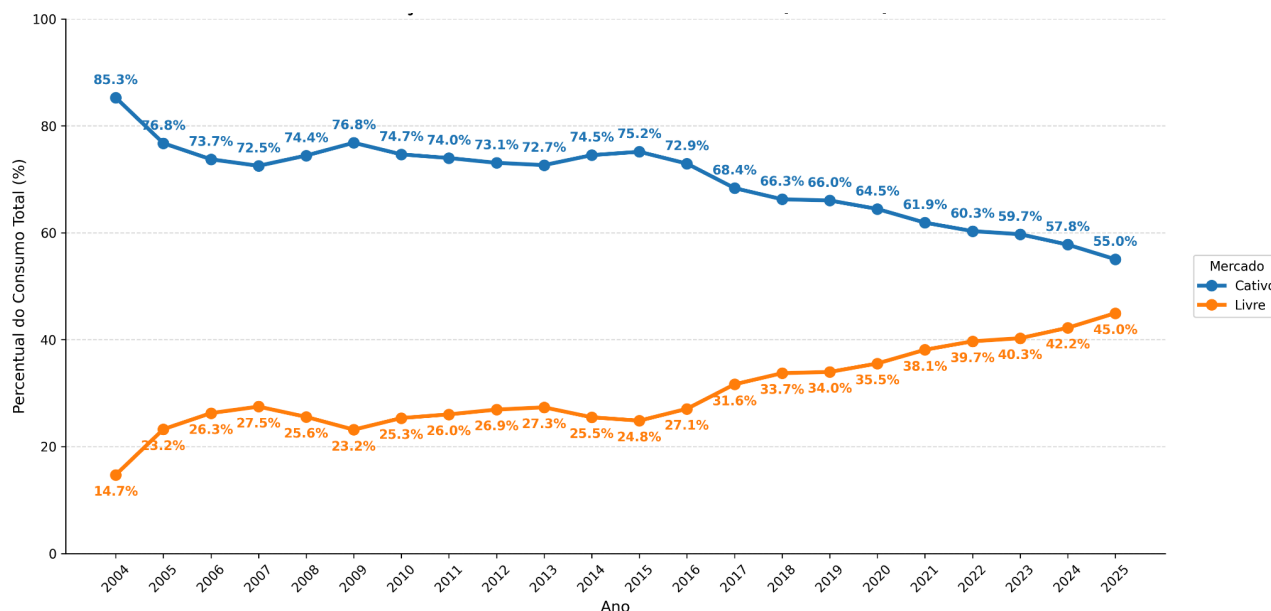
Figura 1: Volatilidade do PLD (CCEE, 2026a) e histórico de acionamento de bandeiras tarifárias (Aneel, 2026)



Fonte: Elaboração própria (2026).

Adicionalmente, pode-se observar as migrações e a consequente evolução do ACL ao longo da última década. Antes da Portaria Normativa N° 50/2022 (MME, 2022), o pico de migrações ocorreu em 2021, com 4.354 migrações (CCEE, 2022). Por outro lado, desde o início da abertura total para os consumidores do Grupo A, foram registradas mais de 54 mil migrações e o pico máximo ocorreu em 2024, com 26.834 migrações (CCEE, 2025; CCEE, 2026b). A Figura 2 apresenta a evolução do consumo total em cada ambiente (EPE, 2025).

Figura 2: Evolução da energia consumida em cada mercado (2004-2025)



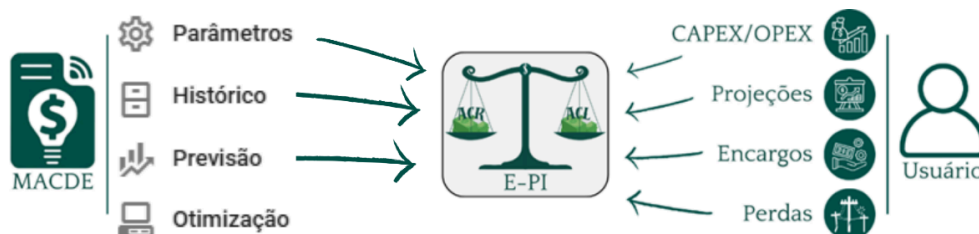
Fonte: Elaboração própria (2026).

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada para analisar a migração entre os ambientes de contratação de energia é o Preço de Indiferença (PI), que visa determinar o preço da energia no ACL que iguala o custo total nesse ambiente ao custo total no ACR. Adicionalmente, foram incorporados parâmetros de estimativas para analisar o PI em um horizonte temporal futuro, resultando no E-PI. Assim, os usuários podem projetar alterações no consumo e no preço da tarifa, para simular diferentes cenários e analisar o comportamento do E-PI.

A Figura 3 ilustra a origem dos parâmetros (Macde ou usuário). Como pode ser observado, parte dos parâmetros de entrada para o E-PI, já são coletados ou calculados pelo Macde. Os demais, podem ser inseridos pelo usuário na página da ferramenta.

Figura 3: Origem dos parâmetros de entrada do E-PI



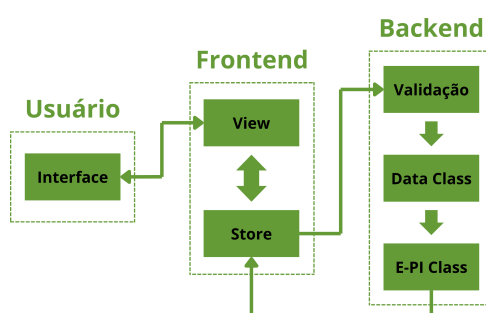
Fonte: Elaboração própria (2026).

O desenvolvimento dos algoritmos aderiu aos padrões implementados no Macde. No *backend*, empregou-se a linguagem Python com a biblioteca Flask para a construção dos códigos e a implementação do módulo na API (Interface de Programação de Aplicações). Por sua vez, para a elaboração do *frontend*, utilizou-se a linguagem JavaScript com o framework "Vue.js" na construção das interfaces.

Para a implementação da nova funcionalidade no *backend*, foi desenvolvido três componentes principais: a classe de validação, responsável por assegurar que os dados de entrada sejam inseridos corretamente; a classe de dados, que recebe essas informações validadas e realiza os tratamentos necessários; e, por fim, a classe principal, que executa os cálculos da estimativa. Além destes, também foi desenvolvido um código com testes automatizados para validação dos *outputs* e a documentação do novo *endpoint* na API do Macde.

A implementação do *frontend* foi realizada através da criação de dois novos arquivos, um na *store* e outro na *view*, o primeiro utilizado para armazenar e gerenciar o estado da aplicação e o segundo para a representação visual da aplicação (interface do usuário). A Figura 4 ilustra o fluxo das interações entre o usuário, o *frontend* e o *backend*.

Figura 4: Interação entre usuário, *frontend* e *backend*



Fonte: Elaboração própria (2026).

Resultados e discussões

A ferramenta desenvolvida está sendo integrada ao Macde junto com a inclusão do controle de acesso através do SouGov (canal oficial voltado exclusivamente para servidores públicos federais civis do Poder Executivo Federal). Nessa nova versão, os usuários terão uma opção adicional no painel lateral que controla as etapas a serem seguidas. O acesso ao E-PI ficará restrito aos usuários que incluírem a energia na simulação.

Ao acessar a página, a ferramenta apresentará um gráfico com um valor constante de PI para todo o intervalo projetado, além de valores discriminados mês a mês. Os preços calculados utilizam informações coletadas nas etapas prévias do Macde e valores *default* dos demais parâmetros, os quais poderão ser alterados ao clicar em Configurações Avançadas. A Figura 5 ilustra uma captura de tela da página do E-PI, em que é possível verificar a interface da ferramenta.

Figura 5: Interface do E-PI no Macde



Fonte: Elaboração própria (2026).

Considerações finais

A próxima versão do Macde incluirá o E-PI, que estará disponível para toda a rede federal de educação profissional, científica e tecnológica. Essa ferramenta pode auxiliar



na análise de viabilidade econômica e gerar economias significativas. Como sugestão futura, os autores propõem aprimorar funcionalidades e dados de mercado.

Referência ao fomento recebido

Os autores agradecem pelo apoio da Setec/MEC, GESE e IFSC Câmpus Florianópolis.

Referências

ANEEL. **Bandeiras Tarifárias**. 2026. Disponível em:

<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 3 abr. 2026.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021**. Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2026.

ANEEL. **Resolução Normativa nº 1.108, de 3 de dezembro de 2024**. Aprova as Regras de Comercialização de Energia Elétrica aplicáveis ao Sistema de Contabilização e Liquidação – SCL. 2024. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20241108.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2026.

CAMPOS, Dyego de. **Modelo de gestão dos contratos de energia de consumidores – previsão e otimização da contratação de demanda de energia elétrica no Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Profissional em Sistemas de Energia Elétrica, IFSC, 2020.

CCEE. **Análise das migrações ao ACL – 2010 a 2022 (janeiro a outubro)**. 2022. Disponível em:

https://www.ccee.org.br/documents/80415/919444/Analise_migracoes_2022_2021.pdf/85bd4fd8-e658-08ec-efb6-2c21c1259ee9. Acesso em: 15 abr. 2026.

CCEE. **Estudo CCEE: Cenários do mercado livre de energia 2024**. 2025. Disponível em: https://www.ccee.org.br/o/ccee/documentos/CCEE_1184402. Acesso em: 20 abr. 2026.

CCEE. **Mais de 20,6 mil consumidores migraram para mercado livre de energia até novembro, aponta CCEE**. 2026b. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/-/mais-de-20-5-mil-consumidores-migraram-para-mercado-livre-de-energia-ate-novembro-aponta-ccee>. Acesso em: 20 abr. 2026.



CCEE. **PLD Média Mensal**. 2026a. Disponível em:
https://dadosabertos.ccee.org.br/dataset/pld_media_mensal. Acesso em: 20 abr. 2026.

EPE. **Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe (regiões e subsistemas)**. Disponível em:
<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MME. **ACR x ACL: Entenda as principais diferenças entre os ambientes de contratação de energia elétrica no Brasil**. 22 dez. 2024. Disponível em:
<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/acr-x-acl-entenda-as-principais-diferencas-entre-os-ambientes-de-contratacao-de-energia-eletrica-no-brasil>. Acesso em: 15 abr. 2026.

MME. **Portaria Normativa no 50/GM/MME, de 27 de setembro de 2022**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 185, n. 185, p. 188, 28 set. 2022. Disponível em:
<https://www.gov.br/mme/pt-br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias/2022/portaria-normativa-n-50-gm-mme-2022.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2026.