

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



CATEGORIA 1

**Migração ao Ambiente de Contratação Livre de Energia Elétrica - Metrô
Bahia**

INTRODUÇÃO

O mercado livre de energia representa uma evolução significativa no setor elétrico, oferecendo aos consumidores a liberdade de escolher seus fornecedores de energia. Este modelo de mercado torna-se especialmente relevante no contexto da transição para fontes de energia limpa e sustentável.

A primeira vantagem é a possibilidade de optar por energia renovável. No mercado livre, desta forma o Metrô Bahia pode selecionar fornecedores que utilizem fontes como solar, eólica, biomassa e hídrica. Isso não só incentiva a produção dessas energias, mas também contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para o combate às mudanças climáticas ESG.

Além disso, o mercado livre promove a competitividade entre os fornecedores que fazem parte do Ambiente de Contratação Livre. A concorrência tende a incentivar inovações tecnológicas e melhorias na eficiência dos sistemas de geração e distribuição de energia. Como resultado, as energias renováveis se tornam mais viáveis economicamente, atraindo mais investimentos no setor e minimizando os impactos ambientais.

Outro benefício é a personalização do consumo energético. O Metrô Bahia pode negociar contratos que atendam a necessidades específicas de acordo com as suas respectivas características de operação das unidades consumidoras, como a demanda por energia durante horários de pico ou a busca por soluções sustentáveis a longo prazo.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Essa flexibilidade pode levar a um uso mais eficiente e consciente da energia.

A disseminação do mercado livre também estimula a conscientização Metrô Bahia sobre a origem da energia que utiliza. Com mais informações disponíveis, a unidade pode tomar decisões mais informadas e alinhadas com suas

preocupações

ambientais.

No entanto, para que o mercado livre de energia realize todo o seu potencial em prol das energias limpas, é essencial que haja uma regulação eficaz e políticas de incentivo. Governos e agências reguladoras devem garantir que as práticas competitivas não comprometam a qualidade e a sustentabilidade das fontes de energia.

DIAGNÓSTICO

A Atualmente o Metrô Bahia possui 15 unidades consumidoras que podem ser migradas ao Ambiente de Contratação Livre de Energia Elétrica (ACL): 3 na classe A3 “Alta Tensão – Primárias” e 12 na classe A4 “Média Tensão – Estações e Terminais” – Todas as unidades irão migrar para o ACL de acordo com a vigência dos contratos de CCER da concessionária de energia do Estado “Coelba”.

Seguindo o cronograma de migração as unidades iniciaram o processo em março/2024 com previsão de encerramento em março/25, completando um volume de 8.5MW.m do Metrô Bahia no ACL O Metrô Bahia vai ter o mesmo processo de Gestão de Energia das unidades de Mobilidade do Grupo CCR.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Utilizando a Matriz de risco e o cenário energético atual, identificamos risco “Baixo” quanto a reversão de valores em comparação entre o Mercado Livre x Mercado Cativo para os próximos 5 anos. Desta forma sugerimos ao ACL do Metrô Bahia.

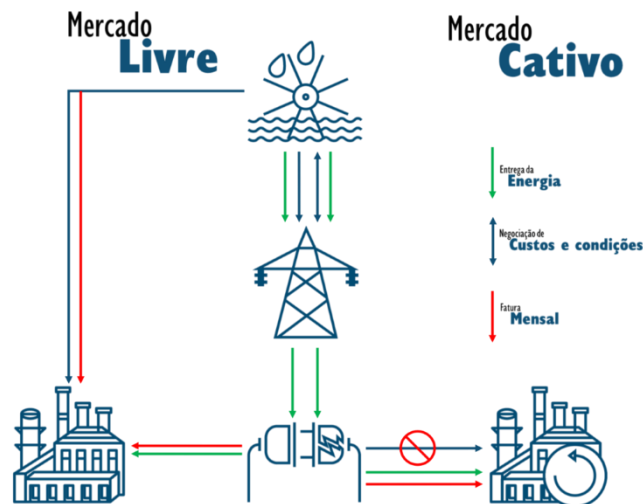


Figura 1 – Ambientes de contratação de energia elétrica no Brasil.

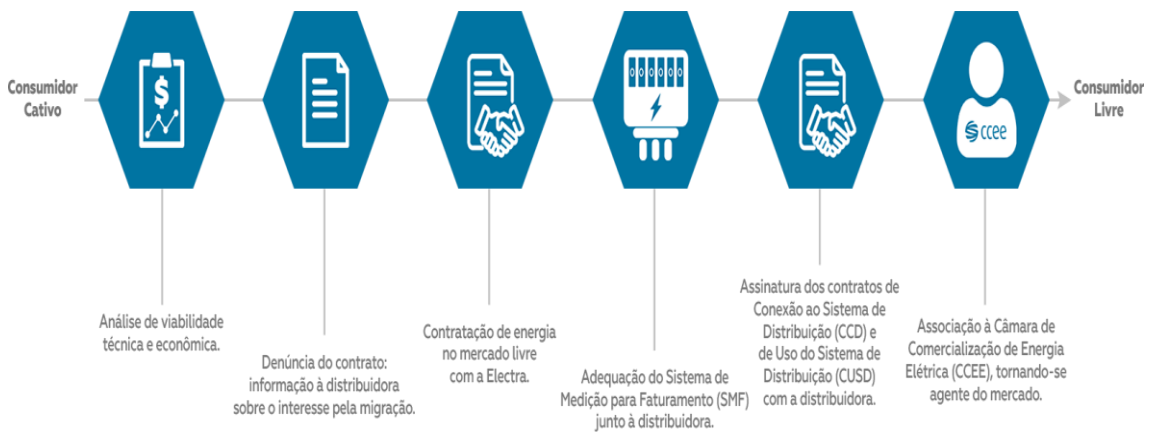


Figura 2 – Fluxograma de Migração ao Ambiente de Contratação Livre.

Processo de adesão do agente (Metrô Bahia) na CCEE:

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS

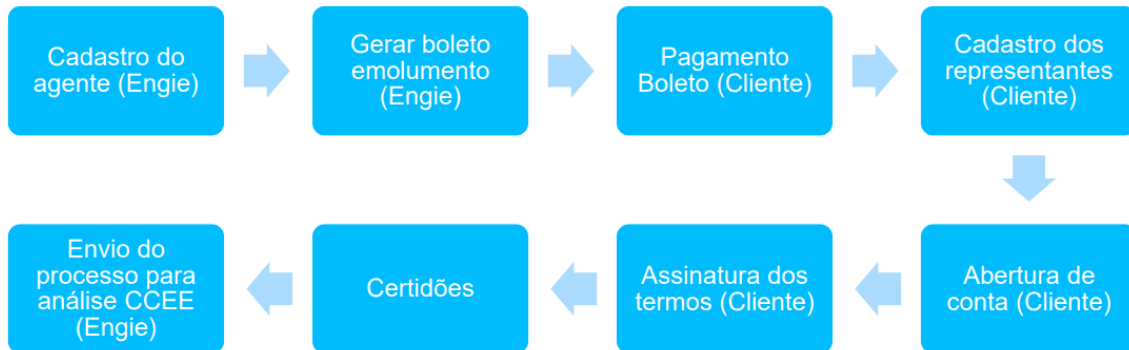


Figura 3 – Processo de adesão na CCEE - Finalizado.

ACOMPANHAMENTO DOS PREÇOS DO AMBIENTE LIVRE DE CONTRATAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA:

Acompanhamento Semanal [R\$/MWh]

O acompanhamento semanal de preços compara o preço atual com o preço das últimas três semanas para o ano atual e os próximos quatro anos. Além disso, apresenta as médias dos preços e as referências de preço mínimas e máximas em cada semana. Os preços tem como data-base o mês da sua cotação e não são aplicados reajustes, para fins de apresentação.

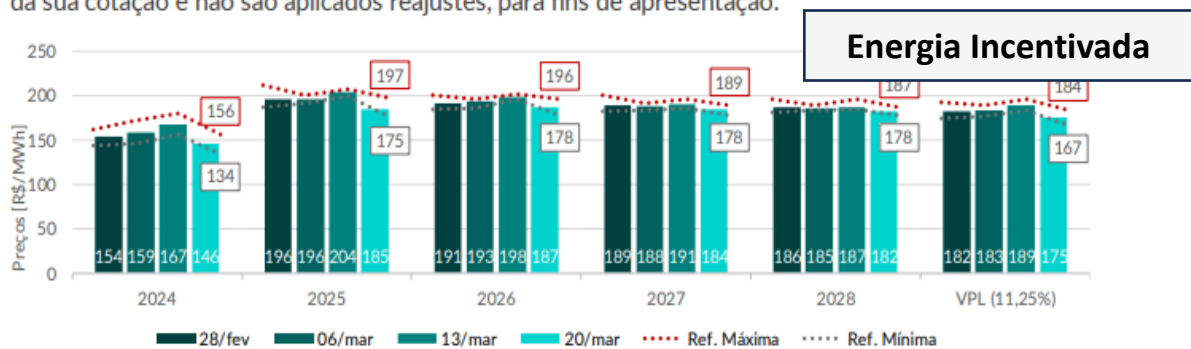


Figura 4 – Precificação de energia elétrica.

No ACL temos dois tipos de “energia” que são comercializadas Incentivada x Convencional.

O que é energia incentivada?

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



A energia incentivada é gerada a partir de usinas que utilizam fontes renováveis, como as energias solar, eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCH). Para consumidores especiais, ou seja, empresas e indústrias com demanda inferior a 1000 kW, essas fontes são obrigatórias no Mercado Livre de Energia.

A geração de energia incentivada depende de aspectos incontrolláveis, como a incidência de raios solares, dos ventos ou da chuva, no caso das usinas solares, eólicas e hidráulicas. Na maior parte das vezes, os contratos com essas usinas são combinados para atender às necessidades dos consumidores.

Isso porque, o perfil de geração dessas usinas, nem sempre acompanham o perfil de consumo das unidades consumidoras. Por exemplo, as usinas fotovoltaicas somente geram energia nos horários em que há sol. No horário noturno, a geração de energia será feita por outras usinas – eólicas, hidráulicas ou termelétricas. Mesmo que a geração total da usina fotovoltaica seja suficiente para cobrir o consumo total diário ou mensal, ela não tem capacidade de fornecer energia em todas as horas do dia.

A principal característica da energia incentivada é o benefício que a legislação vigente estabelece para os seus consumidores – descontos de 50% a 100% na Tarifa de Uso dos Sistemas Elétricos de Distribuição (TUSD).

O que é energia convencional?

A energia convencional, por outro lado, é gerada a partir de usinas de maior porte – renováveis ou não renováveis, com potência instalada superior a 30 MW (ou 50 MW para alguns casos). São exemplos dessa fonte de energia as usinas hidrelétricas de maior porte (que são renováveis), como Belo Monte e Itaipu, usinas a biomassa, que injetam

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



mais de 50 MW nas redes elétricas (que também são renováveis) e as usinas termelétricas a gás ou óleo combustível.

O principal aspecto da energia convencional é não apresentar incentivos na forma de desconto nas tarifas de uso dos sistemas de distribuição para seus usuários. Seus preços, normalmente, são menores que os da energia incentivada e, em muitas situações, são mais competitivos.

No Mercado Livre de Energia, os consumidores especiais são empresas e indústrias com demanda contratada inferior a 1000 kW (ou 500 kW a partir de janeiro de 2023). Esses consumidores, por definição da legislação, somente podem contratar energia incentivada. Não podem utilizar a energia convencional, limitando suas opções no mercado.

Em futuro próximo, o Ministério de Minas e Energia pode alterar esse limite, permitindo que todos os consumidores atendidos pelo Grupo A (ligados em alta tensão) possam ser consumidores livres e escolher se desejam contratar energia incentivada ou convencional.

Principais diferenças entre energia incentivada e convencional

A geração da energia incentivada é sustentável, afinal, não utiliza recursos naturais finitos e não emite gases de efeito estufa. Enquanto isso, a energia convencional pode gerar resíduos poluentes e contribuir para a escassez de recursos naturais que já estão ameaçados, como o gás natural ou derivados de petróleo.

Quando se trata da questão financeira, as fontes de energia incentivada costumam ter maior custo de aquisição, porém, devido ao desconto na TUSD tem custos totais

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



competitivos, dependendo do perfil de consumo, os custos totais com a compra de energia mais as despesas com o uso de redes são inferiores que os que se obtém com energia convencional.

Outro ponto de atenção é a maior facilidade para construção de usinas, pela própria empresa ou indústria, para abastecimento das suas unidades consumidoras. São os projetos de autoprodução, que reduzem a dependência da volatilidade dos preços de mercado e ainda permitem a redução do pagamento de boa parte dos encargos setoriais que são cobrados pelas distribuidoras e pela CCEE. Com esses projetos, as empresas e indústrias que participam do Mercado Livre de Energia podem também cumprir com suas metas de sustentabilidade.

ESTUDO DE CASO – Análise das grandezas elétricas do Metrô Bahia.

Análise das grandezas elétricas (Consumo kWh, Demanda contratada de energia kW, sazonalidade, flexibilidade das unidades consumidoras da unidade Metrô Bahia).

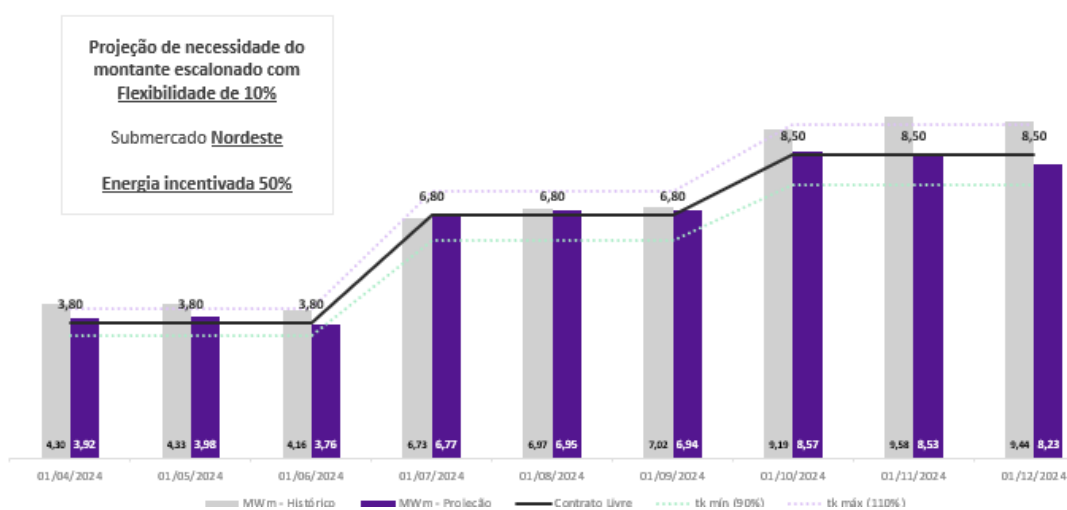


Figura 5 – Histórico e Projeção de energia Metrô Bahia.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Para avaliar os dados foram disponibilizado o histórico dos últimos 12 ciclos de faturamento da concessionária de energia, conforme a figura a seguir.

Necessidade - ML	01/04/2024	01/05/2024	01/06/2024	01/07/2024	01/08/2024	01/09/2024	01/10/2024	01/11/2024	01/12/2024
MWm - Histórico	4,30	4,33	4,16	6,73	6,97	7,02	9,19	9,58	9,44
MWm - Projeção	3,92	3,98	3,76	6,77	6,95	6,94	8,57	8,53	8,23
Sugestão de contratação	3,80	3,80	3,80	6,80	6,80	6,80	8,50	8,50	8,50
tk mín (90%)	3,42	3,42	3,42	6,12	6,12	6,12	7,65	7,65	7,65
tk máx (110%)	4,18	4,18	4,18	7,48	7,48	7,48	9,35	9,35	9,35
preço de mercado I5 - NE	110,00	110,00	110,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00

Figura 5 – Projeção do contrato de energia elétrica do Metrô Bahia.

Energia Renovável.

A ascensão das energias renováveis é uma resposta direta à crescente necessidade de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e às preocupações ambientais associadas ao uso de fontes de energia convencionais. As mudanças climáticas, a poluição e a finitude dos recursos

naturais incentivaram governos, indústrias e a sociedade a buscar alternativas mais sustentáveis. Entre as fontes mais promissoras estão a solar, eólica, hidroelétrica, biomassa e geotérmica.

A energia solar, que utiliza painéis fotovoltaicos para converter a luz do sol em eletricidade, destaca-se por sua abundância e acessibilidade. Com avanços tecnológicos, o custo de produção de energia solar tem diminuído significativamente, tornando-a uma opção viável para residências, indústrias e até mesmo grandes plantas de energia. Da mesma forma, a energia eólica, gerada por turbinas que transformam a energia cinética do vento em elétrica, tem se expandido globalmente. A colocação de parques eólicos, tanto onshore quanto offshore, vem crescendo como uma solução eficaz para captar essa energia limpa.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



A hidroeletricidade, que há décadas é utilizada em larga escala, continua sendo uma das principais fontes de energia renovável do mundo. A conversão da energia potencial da água em movimento em eletricidade é um processo eficiente e já consolidado. No entanto, o impacto ambiental da construção de grandes barragens é um fator a ser considerado, levando ao desenvolvimento de técnicas menos invasivas, como as pequenas centrais hidrelétricas.

As energias provenientes da biomassa também têm ganhado espaço, utilizando materiais orgânicos como resíduos agrícolas, florestais e urbanos para geração de energia. Esse método não apenas oferece uma alternativa aos combustíveis fósseis, mas também auxilia na gestão de resíduos. A energia geotérmica, que aproveita o calor interno da Terra para gerar eletricidade e aquecer ambientes, é outra fonte promissora, embora atualmente sua aplicação ainda esteja limitada a regiões com atividade geotérmica significativa.

A transição para um sistema energético baseado em fontes renováveis enfrenta desafios, como a necessidade de grandes investimentos em infraestrutura e a intermitência de algumas fontes renováveis. Contudo, as vantagens econômicas

a longo prazo, como a redução dos custos operacionais e a independência energética, somadas aos benefícios ambientais, tornam essa transição não apenas desejável, mas essencial.

Além disso, políticas governamentais e incentivos financeiros têm desempenhado um papel crucial na promoção das energias renováveis. Legislações favoráveis, subsídios e investimentos em pesquisa e desenvolvimento são componentes fundamentais para acelerar a adoção e a inovação nesse setor.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



Em suma, a energia renovável representa uma mudança paradigmática na forma como produzimos e consumimos energia. A diversificação das fontes energéticas e o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes indicam um caminho rumo a um futuro energético mais sustentável e ambientalmente amigável.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas explicações apresentadas no estudo de caso, podemos observar que, com as projeções calibradas a compra de energia dentro do ambiente livre de contratação de energia, conseguimos uma redução nos custos com energia elétrica de aproximadamente **30%** em relação ao Mercado Cativo. Além dos benefícios sustentáveis, estabelecemos que 100% da energia que será consumida “kWh” do Metrô Bahia serão oriundas de fontes renováveis.

CONCLUSÕES

A compra de energia no ambiente de contratação livre (ACL) oferece diversas vantagens, especialmente para o Metrô Bahia com um grande consumo energético. No ACL, o Metrô Bahia tem a possibilidade de negociar diretamente com os fornecedores de energia, o que pode resultar em preços mais competitivos e condições contratuais mais flexíveis.

Uma das principais vantagens desse ambiente é a previsibilidade de custos. No mercado regulado, as tarifas são ajustadas periodicamente pelas agências governamentais, o que pode causar incertezas. No ACL, é possível fixar o preço da energia por meio de contratos de longo prazo, reduzindo a exposição à volatilidade do mercado.

Além disso, o ACL proporciona maior liberdade de escolha. O Metrô Bahia pode

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



selecionar fornecedores com base em critérios como preço, qualidade do serviço e fontes de energia. Isso é particularmente importante para aquelas comprometidas com a sustentabilidade, pois é possível optar por energia proveniente de fontes renováveis.

Outro benefício significativo é a possibilidade de gerar economia financeira. Com a competição entre fornecedores, o Metrô Bahia pode obter ofertas mais vantajosas. Ademais, a negociação direta permite personalizar os contratos de acordo com as necessidades e padrões de consumo, otimizando os custos operacionais.

Todavia, a transição para o ACL requer um certo nível de preparação e

conhecimento do mercado. O Metrô Bahia precisa estar ciente dos riscos associados à gestão individualizada dos contratos e da necessidade de monitoramento constante das condições de mercado para aproveitar as melhores oportunidades. Para isso, muitas contratam consultorias especializadas que oferecem suporte na análise de mercado e na negociação de contratos.

Em suma, a compra de energia no ambiente de contratação livre pode ser uma estratégia eficaz para grandes consumidores reduzirem seus custos e alcançarem maior autonomia na gestão de energia. Contudo, é fundamental uma avaliação criteriosa das condições do mercado e dos contratos para garantir que as vantagens superem os riscos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRUIN, John J. (1970) – “Ambiente de Contratação Livre”

WALKER, Jearl (2016) – “Mercado Livre de Energia”.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
METROFERROVIÁRIOS



CONCESSIONÁRIA DO METRÔ BAHIA. **Subsistema Central de Acompanhamento do consumo kWh e custos R\$ com energia elétrica.** 2024a. Acesso restrito.

CONCESSIONÁRIA DE ENERGIA DO ESTADO COELBA-NEOENERGIA. **Subsistema Central de Controle dos dados de consumo e custo** 2024a. Acesso restrito.