

ANÁLISE COMPARATIVA DE MODELOS VOLTADOS A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Thalia Saori Ikeda – thalia.ikeda@mackenzista.com.br

Luiz Henrique Alves Pazzini (Orientador) – luizhenrique.pazzini@mackenzie.br

RESUMO

O sistema elétrico brasileiro tem passado por diversas modificações tanto estruturais quanto legais possibilitando uma maior liberdade de comercialização através da implementação de elementos necessários ao seu bom funcionamento. A escassez de recursos de acordo com a sazonalidade de determinadas fontes como a água incentivou o dinamismo do sistema como forma de diminuir as perdas durante esses períodos, diferenças em taxas pagas e possíveis racionamentos ou blackouts, reformulando assim o sistema elétrico brasileiro. É neste cenário que se incorpora no Brasil processos para incentivar a redução da demanda de consumidores, em troca de uma compensação financeira. Pioneiro neste processo, foi o Programa Piloto de Resposta da Demanda, instituído em 2018 pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL; já em 2021, em função da grave crise hídrica que colocou em risco o fornecimento de energia elétrica no país, o Ministério de Minas e Energia – MME, instituiu Redução Voluntária da Demanda – RVD. Ambas as iniciativas, tinham a necessidade de se determinar uma referência para avaliar a efetiva redução do consumo por parte dos consumidores, denominada de linha base. A partir de uma análise de estudos de casos, verificou-se que os parâmetros associados a linha base têm uma importante influência para o sucesso desses programas de redução de demanda, sendo que através de aperfeiçoamentos deste mecanismo há a possibilidade de abranger os diversos tipos de consumidores que existem contribuindo para um maior equilíbrio na relação oferta versus demanda com a utilização dos benefícios da resposta da demanda pelo sistema elétrico. Palavras-chave: Programa Piloto de Resposta de Demanda. Programa de Redução Voluntária da Demanda. Sistema Elétrico Brasileiro.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF MODELS AIMED AT REDUCTION OF ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION

ABSTRACT

The Brazilian electrical system has undergone several changes, both structural and legal, allowing greater freedom of commercialization through the implementation of elements necessary for its proper functioning. The scarcity of resources according to the seasonality of certain sources such as water encouraged the dynamism of the system as way to reduce losses during these periods, differences in rates paid and possible rationing or blackouts, thus reformulating the Brazilian

electrical system. It is in this scenario that processes are incorporated in Brazil to encourage a reduction in consumer demand, in exchange for financial compensation. A pioneer in this process was the Demand Response Pilot Program, instituted in 2018 by the National Electric Energy Agency - ANEEL; Already in 2021, due to the serious water crisis that put the supply of electricity in the country at risk, the Ministry of Mines and Energy - MME, instituted Voluntary Demand Reduction - RVD. Both initiatives had the need to determine a reference to assess the effective reduction in consumption by consumers, called the baseline. From an analysis of case studies, it was found that the parameters associated with the baseline have an important influence on the success of these demand reduction programs, and through improvements in this mechanism there is the possibility of covering the different types of existing consumers contributing to a greater balance in the supply versus demand relationship with the use of the benefits of the demand response by the electrical system.

Keywords: Demand Response Pilot Program. Voluntary Demand Reduction Program. Brazilian Electric System.

1 INTRODUÇÃO

A questão energética vem sendo um dos assuntos em crescente discussão diante de seus impactos sociais, econômicos e ambientais. Por estar fortemente relacionado ao desenvolvimento do país, as diversas fontes de produção de energia térmica, mecânica, elétrica, química e atômica provenientes de recurso renováveis ou não, estão em desenvolvimento em busca da melhor forma de equilíbrio entre os envolvidos.

Dentre as energias existentes, a energia elétrica se mostra essencial para a vida da população, principalmente com o avanço das tecnologias e dos benefícios auferidos pelas pessoas que têm acesso a essa forma de energia. Por essa ligação existente, muitas organizações foram criadas pensando na segurança da garantia de existência da energia de forma conservadora, cooperando com a formação de operações estabilizadas conforme a fonte e a necessidade.

Com a riqueza natural presente no Brasil, as diversas formas de transformação para produção de energia elétrica facilitaram o crescimento para o lado da oferta, todavia, por conta da dimensão do país, a operação do sistema para que a energia consiga chegar a todos com qualidade e custo adequado é um desafio a ser considerado.

Tendo como principal fonte de geração de energia nacional, a energia proveniente de usinas hidrelétricas é relevante notar a sua possível escassez em determinados períodos de estiagem, períodos de seca incomuns devido as mudanças climáticas ou pelo aumento acelerado e descontrolado do uso desse recurso e que possivelmente impactariam em outros sistemas que tivessem a sua dependência a um custo competitivo.

Conforme citado por Rasteiro C. (2019) a comercialização de energia elétrica no Brasil gira atualmente em razão de dois arranjos: Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Os leilões para energia renovável e convencional são uma das principais formas de contratação atualmente vigentes de forma a equilibrar a oferta e a demanda.

Por sua vez, a estrutura tarifária aplicada nacionalmente reflete os custos de produção versus a sua utilização dependendo do período, fonte geradora e classes em que cada consumidor se enquadra. Esta área comercial é de extrema importância sendo um dos fatores responsáveis pelo funcionamento do sistema energético e pode ser um dos mecanismos que, integrado a uma condução eficiente da geração de energia poderá elevar o nível de modernização do sistema.

Como forma de maior efetividade, no que diz respeito a participação ativa dos consumidores, foi criado um programa em meados de 2018 denominado de Programa Piloto de Resposta de Demanda, com o intuito de incentivar a redução de consumo e custos em casos críticos de abastecimento aos grandes consumidores que se propusessem a isso, sendo um passo importante de viabilidade para economia de energia e que serviu de inspiração para o estudo de outras formas para o alcance do mesmo objetivo.

No início de 2021, uma nova crise hídrica afetou o país e abriu espaço para um outro programa de incentivo à redução do consumo para grandes consumidores criado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e denominado Programa de Redução Voluntária da Demanda (RVD) com o prazo de vigência até meados de 2022. A RVD possui características ajustadas frente ao Programa Piloto como o aumento da participação de consumidores e agentes agregadores, empresas que buscam integrar cargas de diferentes consumidores para atender os requisitos de participação no programa. Porém com o aumento das chuvas, a RVD foi suspensa por período indeterminado em novembro de 2021.

Dessa forma, a coexistência de dois mecanismos já aplicados em cenário nacional com objetivo de incentivo a redução da demanda e com importantes diferenças entre eles, servem como base para a formação de um programa perene e abrangente de resposta da demanda, que supere os desafios particulares nacionais auxiliando a operação do sistema elétrico brasileiro.

2 REVISÃO DA LITERATURA

O foco principal do desenvolvimento do setor de energia elétrica no Brasil e no mundo inicialmente estava relacionado ao aumento da oferta de energia (RASTEIRO, 2019, p.12). Este cenário teve sua mudança a partir da década de 1970 em decorrência de uma grande crise mundial de abastecimento por fonte de combustível fóssil – o petróleo – o que culminou com o surgimento, nos Estados Unidos, da ideia de redução de consumo através de incentivos financeiros aos consumidores que se propusessem a realizar redução em sua demanda por energia.

A partir das dificuldades enfrentadas, investimentos em novas fontes de geração de energia e criação de alternativas relacionadas a otimização dos recursos geradores foram impulsionados em âmbito mundial. Em 2001 ocorreu o racionamento de energia no Brasil, trazendo novos desafios ao país e a necessidade de manutenção e boa gestão de todos os recursos almejando a criação de novos meios que possibilitem a continuidade da geração de energia de forma equilibrada.

A formação da estrutura do setor elétrico nacional tem forte relação com as medidas adotadas para a regulamentação e criação de regras levando em consideração todos os vínculos de influência para sustentação desta fonte tão valiosa para a sociedade e por isso muitos órgãos/entidades estão envolvidos nessa cadeia.

Até o ano de 1995, o modelo vigente era baseado no conceito de Mercado Regulado, no qual as empresas participantes eram em sua maioria estatais e verticalizadas, tinham o financiamento através de recursos públicos, tarifas reguladas em todos os segmentos e os consumidores possuíam apenas um fornecedor compulsório, sem poder de escolha e conseqüentemente a falta de competitividade (SANTOS L., 2020, p.2).

A partir de 1995, com a introdução da Lei nº 9.074/95, ocorreu o surgimento dos conceitos do consumidor livre, mercado livre e produtor independente de energia, criando-se a base para o atual sistema normativo elétrico do Brasil. Dessa forma, vários agentes, fiscalizadores, associações, operadores e comitês foram formados no decorrer dos anos a fim de promover a coordenação e controle das operações entre consumidores e comercializadoras.

Com a descentralização do mercado elétrico, houve a estruturação do setor elétrico brasileiro composto por segmentos de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia, sendo administrados e operados por agentes distintos e com tendência de desenvolvimento e expansão forte internamente através das conexões entre geradores e consumidores existentes dentro do país com a formação do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Pode-se definir o SIN como um sistema elétrico de dimensões continentais, com uma malha de transmissão interligando usinas e cargas em todo o país, dividido, por questões de operação, em quatro subsistemas ou submercados: Sul, Sudeste/Centro-Oeste Norte e Nordeste, que não necessariamente seguem a mesma lógica de divisão geopolítica do país. De acordo com dados obtidos na página oficial da ONS, cada submercado se destaca por uma característica:

- a) Norte – hidrelétricas/exportador;
- b) Nordeste – fontes renováveis/importador;
- c) Sudeste/Centro-Sul – armazenamento/maior consumidor;
- d) Sul – hidrotérmico/exportador.

Além do sistema apresentado, a estrutura tarifária do setor elétrico também tem a sua relevância, conforme Coimbra et al. (2021), podendo induzir comportamentos desejados dos consumidores, criando incentivos para que o consumo seja dinâmico, como por exemplo, criando uma alteração horária nos hábitos de consumo. A partir da análise de consumo realizados com consumidores através de agrupamentos, as tarifas são aplicadas de acordo com os requisitos previamente estabelecidos.

Apesar dos agrupamentos e requisitos ainda carecerem de serem desmembradas para que novas categorias sejam integradas, os modelos vigentes possuem uma significativa importância visando uma gestão mais favorável e condizente com cada grau de consumo de energia gerando benefícios de ponta a ponta.

A alteração no padrão de consumo realizado pelo consumidor em determinados períodos em troca de incentivos visando um melhor equilíbrio entre a oferta e demanda foi denominada de Resposta de Demanda e busca na prática a alteração de curva de carga de operadores e distribuidores do sistema, através de reduções ou aumento de consumo temporal conforme regras preestabelecidas entre os envolvidos.

O conceito por trás da Resposta de Demanda está relacionado a geração de um novo ponto de equilíbrio, ocasionando o melhor aproveitamento dos recursos havendo uma diminuição de consumo, conseqüentemente um custo mais baixo e refletindo no aumento da confiabilidade no sistema preservando assim os recursos a longo prazo (SOARES, 2017, p.40). Através dessa diminuição no consumo, os consumidores, de acordo com as regras preestabelecidas, podem se beneficiar de forma financeira como também com incentivos de poder de consumo.

A partir deste conceito pode-se então explanar os dois projetos criados até o momento no Brasil: o Projeto Piloto De Resposta De Demanda e a Redução Voluntária de Demanda de Energia Elétrica (RVD).

O Projeto Piloto de Resposta da Demanda instaurado a partir da Resolução Normativa Aneel nº 792 de 2017, tem por objetivo a eficiência energética através da substituição do despacho termelétrico utilizado sem planejamento e do gerenciamento próprio do uso/gasto de energia pelos consumidores em resposta a um incentivo financeiro. O público-alvo inicialmente foram os subsistemas Norte e Nordeste (FIGUEIREDO, 2021), sendo posteriormente aberto a todos os consumidores do SIN desde que estivessem dentro dos requisitos apresentados pelo projeto.

O despacho de energia neste caso, é realizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), após uma análise comparativa entre os custos do despacho de usinas termelétricas e o custo da redução da carga, baseado no preço ofertado pelos consumidores participantes. Através dessas ações a confiabilidade do Sistema Interligado Nacional (SIN) seria melhorada e haveria uma contribuição para a modicidade tarifária.

Inicialmente apenas os consumidores dos subsistemas Norte e Nordeste seriam participantes do projeto, porém a baixa adesão ao programa propiciou uma alteração no ano de 2020, de forma a permitir que todos os consumidores do SIN pudessem participar do programa e também ocorreu a ampliação do prazo do programa até 27 de junho de 2022 que ocasionou a coexistência de 2 projetos de redução de demanda em 2021.

As diretrizes do programa da RVD foram publicadas pela Portaria Normativa nº 22/GM/MME em 23 de agosto de 2021, disponibilizada no canal digital do Ministério de Minas e Energia, com a vigência até 30 de abril de 2022 e propôs a redução do consumo de energia em determinado período do dia, tendo como benefício esperado uma redução no deplecionamento dos reservatórios das usinas hidrelétricas, que atingiram níveis críticos em 2021 e a garantia de segurança e continuidade do fornecimento de energia.

Conforme esclarecimentos divulgados pela ONS em seu site, a adesão para a RVD foi voluntária e o público-alvo eram os consumidores do Ambiente de Contratação Livre (ACL) ou agentes agregadores de demanda desses consumidores (geradores, comercializadores e consumidores) elegíveis conforme normativa publicada. As ofertas ocorriam em múltiplos produtos

com duração horária de 4 e 7 horas e a vigência das ofertas de 1 a 6 meses, sendo apresentadas ao ONS e submetidas ao Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – CMSE, para aprovação, com lotes mínimos de 5 MW para cada hora de duração da oferta como apresentado no Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Produtos e Grade Horária da Resposta Voluntária da Demanda - RVD - Portaria Normativa Nº 22/SPE/MME - ONS.

| Submercado | Mês | PRODUTOS PADRONIZADOS – DIAS ÚTEIS | | | | | | | | GRADE HORÁRIA DE DESLOCAMENTO | | | | | |
|------------|-----------|------------------------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-------------------------------|-------|----------------|-------|---------------------|-------|
| | | 4 horas - | | 4 horas – | | 7 horas – | | 7 horas - | | Deslocamento - | | Deslocamento - | | Deslocamento - | |
| | | Período 1 | | Período 2 | | Período 1 | | Período 2 | | Dia útil | | Sábado | | Domingos e Feriados | |
| Sudeste | Setembro | 13:00 | 17:00 | 18:00 | 22:00 | - | - | 14:00 | 21:00 | 00:00 | 09:00 | 00:00 | 17:00 | 00:00 | 18:00 |
| | Outubro | 13:00 | 17:00 | 18:00 | 22:00 | - | 17:00 | 14:00 | 21:00 | 00:00 | 09:00 | 00:00 | 17:00 | 00:00 | 18:00 |
| | Novembro | 13:00 | 17:00 | 18:00 | 22:00 | 10:00 | 17:00 | 14:00 | 21:00 | 00:00 | 09:00 | 00:00 | 17:00 | 00:00 | 18:00 |
| | Dezembro | 13:00 | 17:00 | 18:00 | 22:00 | - | - | 14:00 | 21:00 | 00:00 | 09:00 | 00:00 | 17:00 | 00:00 | 18:00 |
| | Janeiro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 09:00 | 00:00 | 18:00 | 00:00 | 18:00 |
| | Fevereiro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 09:00 | 00:00 | 18:00 | 00:00 | 18:00 |
| Sul | Setembro | 13:00 | 17:00 | 17:00 | 21:00 | 10:00 | 17:00 | 13:00 | 20:00 | 00:00 | 08:00 | 00:00 | 18:00 | 00:00 | 18:00 |
| | Outubro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 08:00 | 00:00 | 18:00 | 00:00 | 18:00 |
| | Novembro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 08:00 | 00:00 | 17:00 | 00:00 | 19:00 |
| | Dezembro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 10:00 | 00:00 | 10:00 | 00:00 | 19:00 |
| | Janeiro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 09:00 | 00:00 | 18:00 | 00:00 | 19:00 |
| | Fevereiro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 09:00 | 00:00 | 19:00 | 00:00 | 19:00 |
| Nordeste | Setembro | 13:00 | 17:00 | 09:00 | 13:00 | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 08:00 | 00:00 | 18:00 | 00:00 | 18:00 |
| | Outubro | 13:00 | 17:00 | 09:00 | 13:00 | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 08:00 | 01:00 | 18:00 | 03:00 | 18:00 |
| | Novembro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 00:00 | 08:00 | 02:00 | 18:00 | 03:00 | 18:00 |
| | Dezembro | 13:00 | 17:00 | - | - | 10:00 | 17:00 | - | - | 01:00 | 09:00 | 04:00 | 18:00 | 05:00 | 18:00 |
| | Janeiro | 13:00 | 17:00 | 20:00 | 00:00 | 10:00 | 17:00 | - | - | 01:00 | 08:00 | 05:00 | 18:00 | 04:00 | 18:00 |
| | Fevereiro | 13:00 | 17:00 | 20:00 | 00:00 | 10:00 | 17:00 | - | - | 02:00 | 08:00 | 05:00 | 18:00 | 04:00 | 18:00 |
| Norte | Setembro | 13:00 | 17:00 | 20:00 | 00:00 | - | - | - | - | 02:00 | 10:00 | 05:00 | 14:00 | 04:00 | 18:00 |
| | Outubro | 13:00 | 17:00 | 20:00 | 00:00 | - | - | - | - | 02:00 | 10:00 | 05:00 | 14:00 | 05:00 | 18:00 |
| | Novembro | 13:00 | 17:00 | 20:00 | 00:00 | - | - | - | - | 05:00 | 09:00 | 05:00 | 14:00 | 05:00 | 18:00 |
| | Dezembro | 13:00 | 17:00 | 20:00 | 00:00 | - | - | - | - | 04:00 | 10:00 | 05:00 | 14:00 | 05:00 | 18:00 |
| | Janeiro | 13:00 | 17:00 | 20:00 | 00:00 | - | - | - | - | 03:00 | 10:00 | 05:00 | 18:00 | 06:00 | 19:00 |
| | Fevereiro | 13:00 | 17:00 | 20:00 | 00:00 | - | - | - | - | 03:00 | 09:00 | 05:00 | 18:00 | 04:00 | 18:00 |

Fonte: adaptado de Operador Nacional do Sistema Elétrico (2021, p.1).

O desempenho de cada agente despachado seria avaliado, com a necessidade de alcançar no mínimo 80% de redução do montante aprovado, tendo como penalidade caso a oferta não fosse atendida o não recebimento da remuneração, cancelamento da participação nas ofertas restantes e impedimento de novas apresentações de ofertas pelos agentes.

Algumas características semelhantes entre os dois projetos foram: a presença da figura de um agente agregador, a oferta mínima de redução de 5 MW, não influenciavam na formação de preço, requeriam a aprovação do Operador Nacional do Sistema (ONS), existência de uma vigência estabelecida até o primeiro semestre de 2022.

Uma consulta pública referente aos primeiros resultados da RVD foi disponibilizada no início do ano de 2022 e apesar do programa ter sido interrompido antes da data final, já foi possível verificar uma melhor performance em comparação ao projeto piloto. Um ponto muito comentado pelas empresas participantes, foi com relação a linha base adotada pelo projeto o que aumentou o suporte para o aprofundamento no assunto neste artigo.

3 METODOLOGIA

Foi iniciado em agosto de 2021 a pesquisa e apuração da bibliografia referente ao tema abordado sobre os atuais projetos de redução de energia vigentes ou em fase de implementação. A segunda etapa realizada foi o levantamento das características de ambos os projetos no mercado brasileiro, através da coleta de dados disponibilizados por entidades relacionadas do ramo.

Após as análises citadas, foi realizado o mapeamento dos principais pontos de diferenças e vantagens, avaliando o desempenho na busca do melhor conjunto de práticas que podem ser adotadas para a redução de consumo energético no país. Um ponto a ser ressaltado é com relação a pouca adesão dos consumidores até o momento o que indica a necessidade de aprimoramentos tanto de projeto quanto de comunicação, de forma a contribuir com um resultado de maior equilíbrio entre a oferta e demanda.

Apesar da RVD ter sido suspensa em novembro de 2021, foi divulgado pela ANEEL uma consulta pública onde empresas como ABIAPE, ABRACE, CCEE e Dínamo puderam expor seus pontos de vista a respeito do andamento do projeto até aquele momento. De acordo com as primeiras impressões divulgadas no início do ano de 2022, notou-se a viabilidade da implantação de melhorias com base nas atividades já realizadas e que obtiveram êxito, visando o processo mais eficiente e de melhor custo-benefício de todos os envolvidos.

Tendo em vista as conclusões diante a pesquisa e opiniões das entidades relacionadas, foi observado uma lacuna que poderia ser aperfeiçoada como forma benéfica para os projetos redução de energia que refere ao cálculo da Linha Base, referência para verificação da efetiva redução de consumo aos produtos ofertados pelos projetos.

4 RESULTADOS

O parâmetro para aferir o montante de redução sobre a diminuição ou não de um participante em determinado período é chamada linha base. A avaliação dessa tipicidade de consumo dos participantes é de grande importância como forma de referência efetiva de redução de demanda da unidade, garantindo assim a ocorrência da redução frente ao dia de seu consumo típico.

Muitos são os filtros utilizados para a conclusão por meios comparativos que levem a uma melhor equalização da redução do consumo, porém devido as diversas classes consumidoras existentes com demandas diferentes, este critério é um fator sensível havendo abertura para novos critérios ou adoção de novos parâmetros concomitantes.

O cálculo utilizado para o Projeto Piloto de Resposta de Demanda leva em consideração o histórico de carga e o cálculo médio de consumo nos dias selecionados seguindo as regras definidas pela Câmara de Comercialização de Energia (CCEE). Também há a verificação das três horas

anteriores a redução e as três horas posteriores até a retomada do consumo normal respeitando o despacho realizado pelo operador, podendo ocorrer penalidades caso alguma regra estabelecida não seja cumprida (SANTOS L., 2020, p.17).

A linha base para o Projeto Piloto de Resposta da Demanda tinha como fundamento o histórico de 10 ou 5 dias de consumo do mesmo dia da semana com a exclusão de dias atípicos, já para a RVD leva-se em consideração a média dos dias úteis do último mês contabilizado, o que significa o antepenúltimo mês anterior ao consumo (RASTEIRO, 2019, p.15).

Por exemplo, a linha base da RVD para o mês de novembro foi calculada e divulgada no mês de outubro, tendo como referência os dados de consumo do mês de agosto, últimos dados contabilizados e certificados no momento do cálculo da linha base. Com o conhecimento de sua linha base, os consumidores ou agregadores poderiam realizar suas ofertas para o mês de novembro.

Verificando as medições e contabilizações adotadas pelos projetos explicitados a fim de ocorrer a comparação de redução é possível perceber uma diferença entre acontecimentos que pode prejudicar o resultado final, principalmente tendo em vista as empresas que possuem a sua produção sazonal onde seu consumo aumenta ou diminui conforme a demanda do período.

Como a simulação baseada na linha base da RVD pode ser mais visível e prática de ser analisada e apresentada em comparação a linha base do Projeto Piloto que possui vários critérios a serem considerados e que poderiam não gerar uma comparação real, será considerado então a linha base da RVD como parâmetro.

Dessa forma, com base no relatório de consumo do SIN semanalmente atualizado e disponibilizado pela CCEE em sua página, algumas simulações considerando medições em períodos alternativos ao estudado nos projetos foram realizados para 3 ramos de atividades diferentes, com o intuito de comparar a mesma regra para setores não correlacionados e ter a possibilidade de melhorar os critérios tanto para o consumidor como para o setor elétrico e meio ambiente.

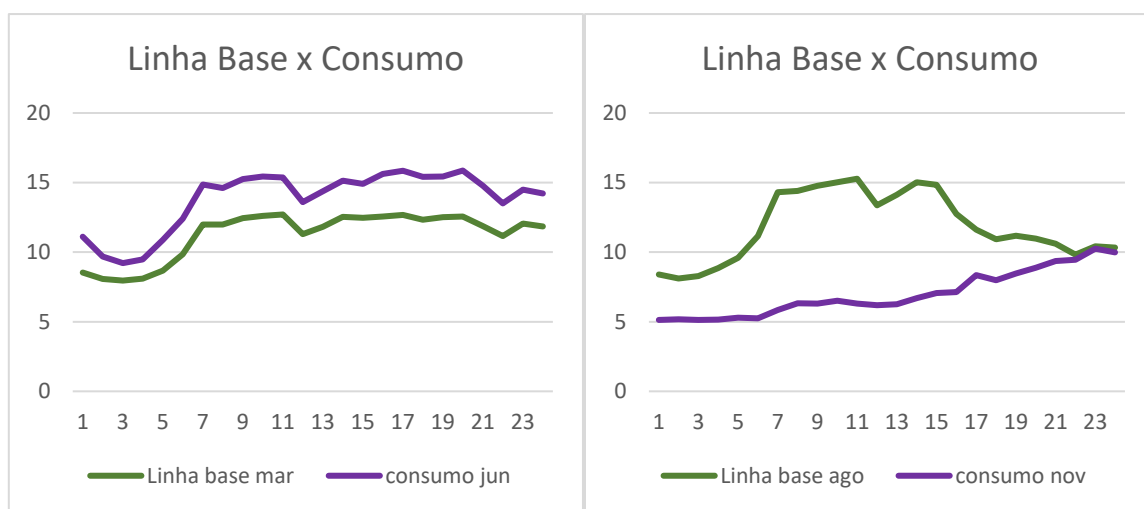
Será exposto a simulação de 2 linhas bases, considerando dois cenários diferentes: intervalo entre o mês de comparação e de efetivação da redução de 1 mês e de 2 meses e para cada cenário serão considerados 2 meses diferentes. Para efeito de comparação com a atual regra da RVD, os dados de consumo foram baseados na primeira quarta feira útil do mês, desconsiderando os feriados nacionais existentes.

A primeira empresa abordada foi a fábrica da Volkswagen localizada no município de Taubaté no interior do estado de São Paulo, do ramo de veículos, na qual se produz carros do modelo Gol e Voyage, segundo dados obtidos na página oficial da empresa. Este ramo costuma ter a produção inconstante com alguns períodos de férias coletivas e alteração de maquinário para fabricação de novos modelos de carros, o que impacta significativamente em seu consumo elétrico.

Um ponto a ser destacado para essa empresa, é que nos meses de maio, outubro e novembro de 2021 a empresa passou por alguns períodos de redução e paralisação da operação de máquinas com o regime de suspensão temporária de trabalho introduzido. Dessa forma, neste período houve uma alteração de consumo muito grande e que impactou tanto na formação da linha base como também no cálculo de redução de demanda por ser um período atípico.

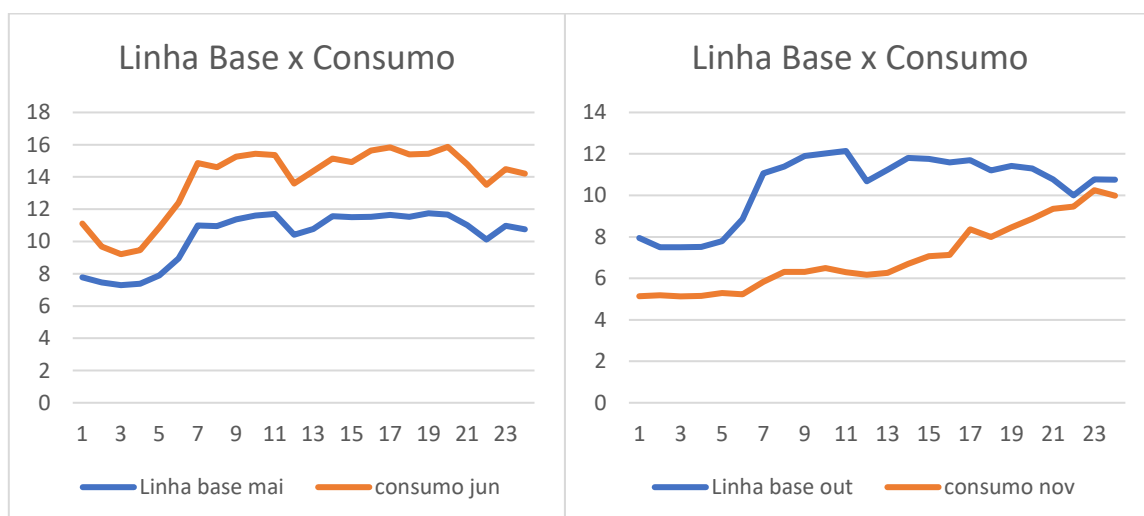
Somente para a empresa Volkswagen foi simulado o consumo do mês de junho e novembro para melhor explicitar o cenário de redução de consumo devido a período de suspensão de trabalho extemporâneo. As Figura 1, 2 e 3 apresentam os resultados obtidos para os cenários de simulação da linha base da empresa Volkswagen.

Figura 1: Linha Base RVD da empresa Volkswagen



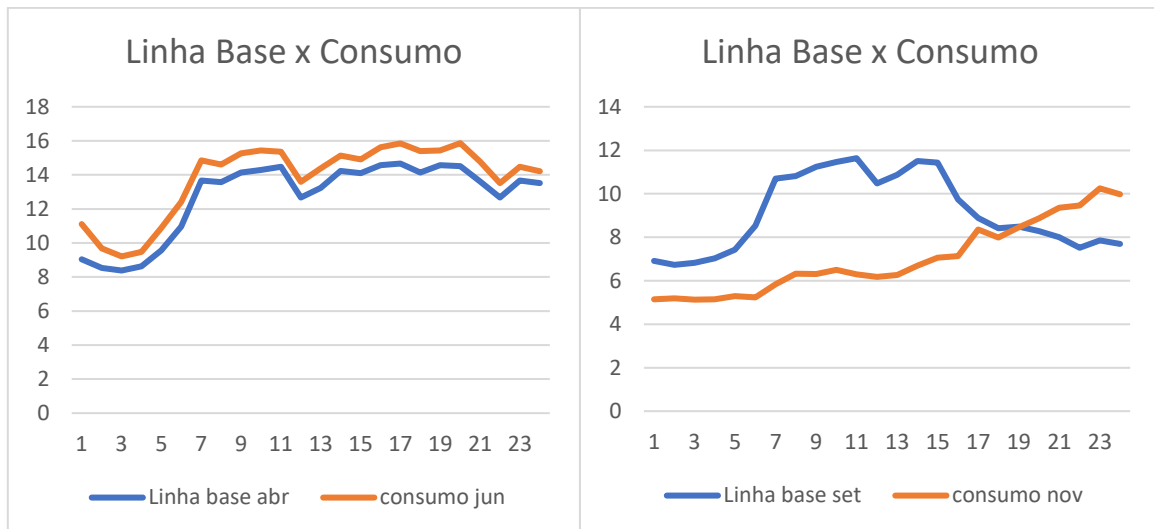
Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 2: Linha Base simulada com 1 mês de diferença da empresa Volkswagen



Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 3: Linha Base simulada com 2 meses de diferença da empresa Volkswagen

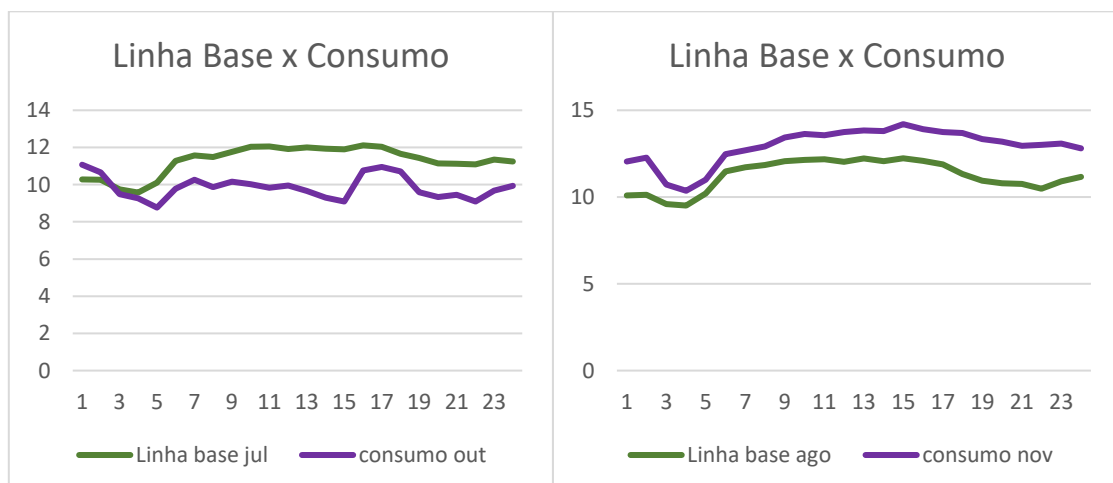


Fonte: Elaboração própria (2022)

De acordo com os dados obtidos e comparados com a atual regra vigente da RVD, é possível perceber que o ramo de veículos, representado pela empresa Volkswagen nas figuras 1, 2 e 3, mostra uma curva de consumo e de linha base que se distanciam do propósito do projeto ocasionando um não sincronismo ou previsibilidade de dados que comprometem o resultado final e mostram uma situação em que novos critérios podem ser bem-vindos a essa área.

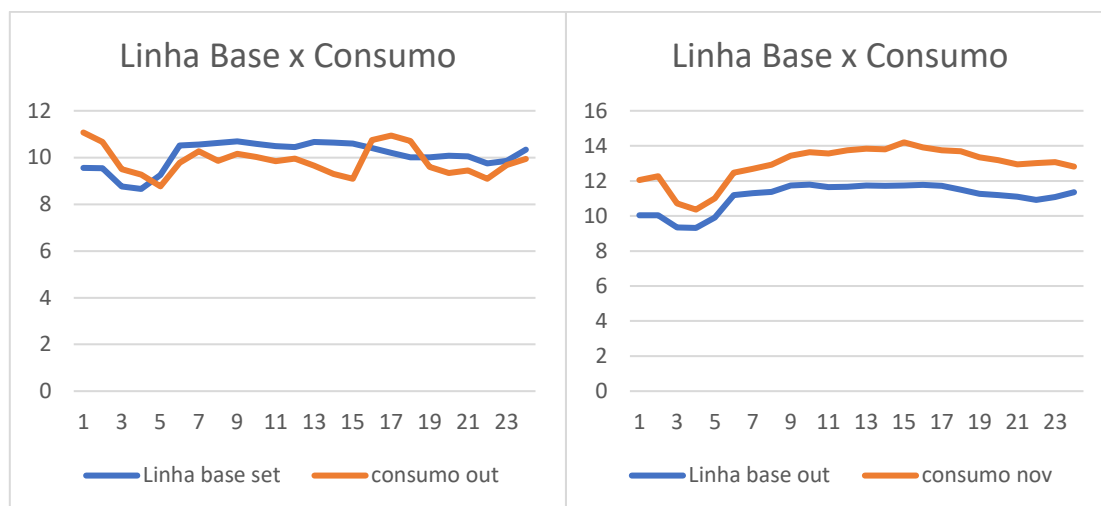
A segunda empresa selecionada foi a Marfrig, indústria do ramo alimentício, localizada no município de Várzea Grande no interior do estado de Mato Grosso. Segundo dados obtidos da página oficial da empresa, é reconhecida pela produção de hambúrgueres e proteína bovina. Este ramo costuma ter a produção com menos instabilidades, salvo exceções como a falta de insumos ou surtos de doenças relacionadas ao gado, principal matéria prima utilizada. As Figura 4, 5 e 6 apresentam os resultados obtidos para os cenários de simulação da linha base da empresa Marfrig.

Figura 4: Linha Base RVD da empresa Marfrig



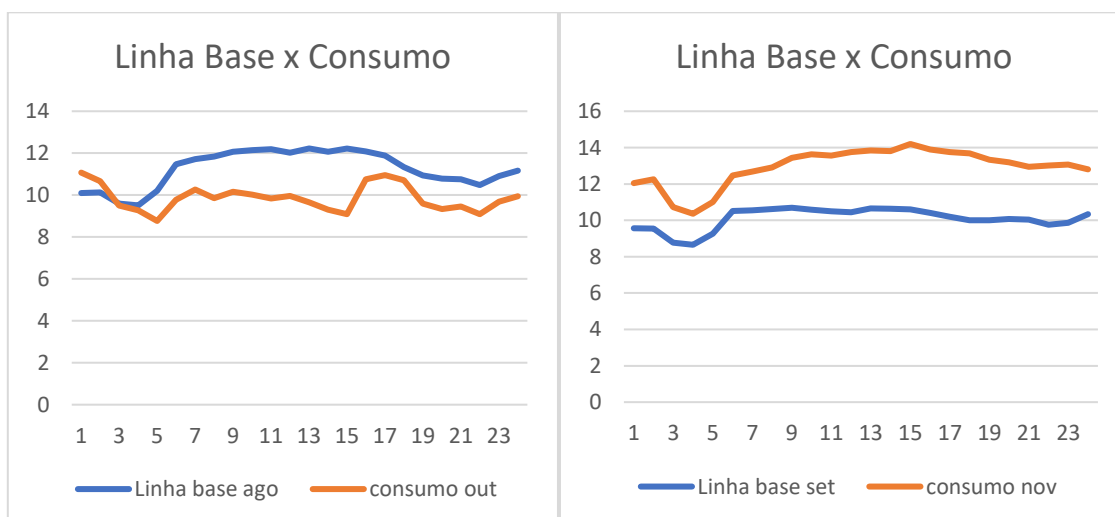
Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 5: Linha Base simulada com 1 mês de diferença da empresa Marfrig



Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 6: Linha Base simulada com 2 meses de diferença da empresa Marfrig

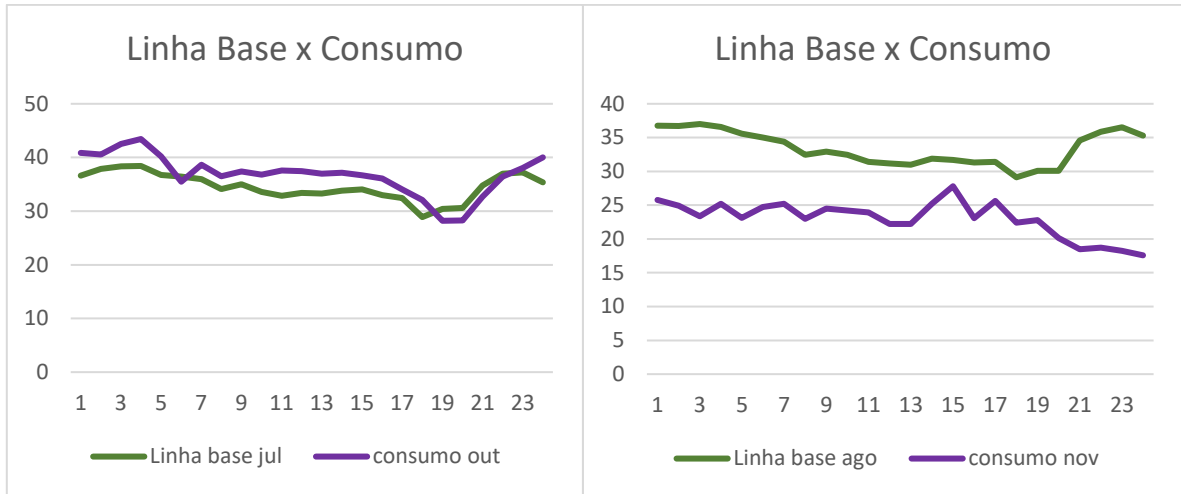


Fonte: Elaboração própria (2022)

Para a empresa Marfrig, percebe-se uma melhor performance da curva de consumo em comparação a linha base da RVD, sendo que a simulação considerando a diferença de apenas 1 mês entre o consumo e a base de referência mais se aproximou de um cenário ideal buscado.

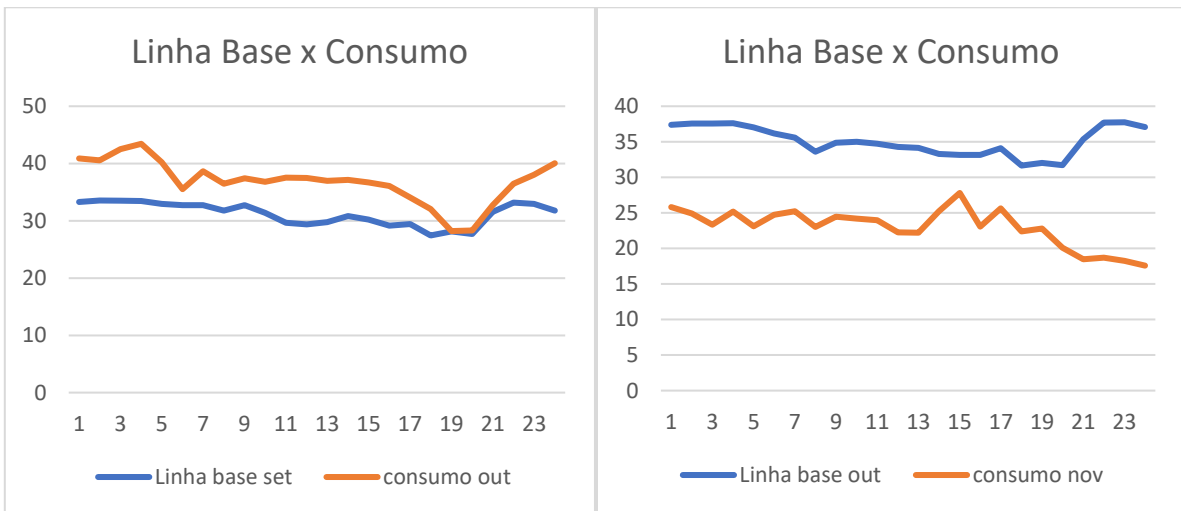
A terceira empresa selecionada foi a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), indústria do ramo de minerais não metálicos, localizada no município de Arcos no interior do estado de Minas Gerais. Segundo dados obtidos da página oficial da empresa é reconhecida pela produção de cimento. Este ramo costuma ter a produção com menos instabilidades, salvo exceções como possível escassez de insumos utilizados. As Figura 7, 8 e 9 apresentam os resultados obtidos para os cenários de simulação da linha base da empresa CSN.

Figura 7: Linha Base RVD da empresa CSN



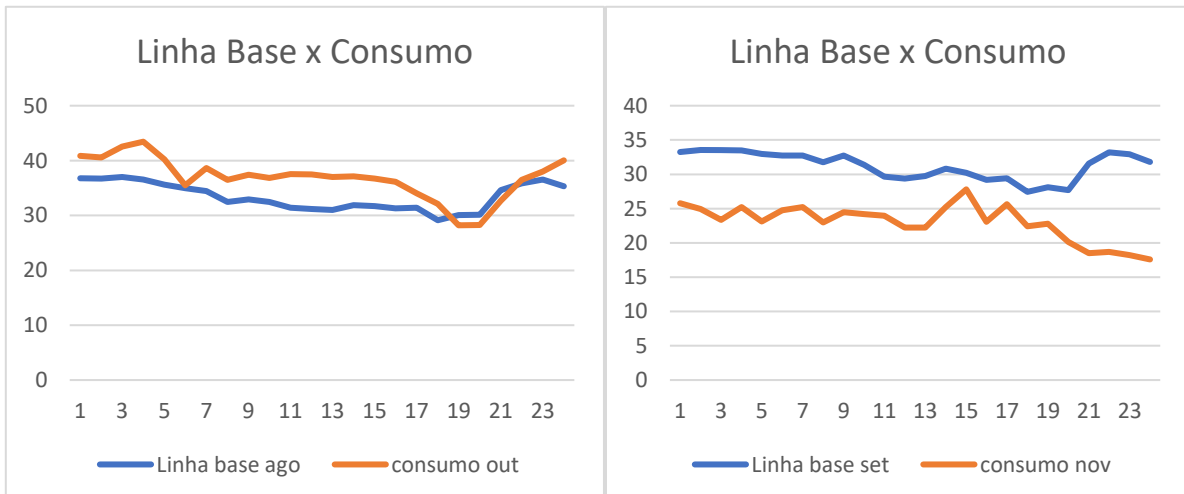
Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 8: Linha Base simulada com 1 mês de diferença da empresa CSN



Fonte: Elaboração própria (2022)

Figura 9: Linha Base simulada com 2 meses de diferença da empresa CSN



Linha Base Simulada com 2 meses de diferença – Fonte: Elaboração própria (2022)

Conforme os dados obtidos e comparados, é possível verificar uma aproximação da curva de consumo e de linha base da RVD na Figura 7 e na Figura 9, mostrando uma maior sinergia entre dados de 2 meses anteriores ao consumo do que considerando 1 mês de antecedência. O fato percebido indica uma situação em que novos critérios podem ser bem-vindos assim como percebido na área automotiva.

É necessário indicar que em alguns momentos, a curva de consumo é menor do que a linha base e isso aponta uma desconexão entre os dados comparados, porém esse fato pode ser visto com certa frequência a depender dos fatores atípicos enfrentados na época e oferece um benefício a empresa caso ela tenha optado por participar do programa de redução de consumo neste período sem a necessidade de alteração de padrão de consumo.

Foi possível verificar nas empresas Marfrig e CSN analisadas, uma similaridade de tendência de consumo durante os meses de outubro e novembro com a existência de uma melhor aproximação com a linha base no mês de outubro, indicando proximidade com a realidade buscada pelo projeto de redução de demanda.

Um ponto que chamou a atenção, foi o fato de que ocorreu um melhor resultado na RVD com 3 meses de diferença em comparação a simulação realizada com 2 meses de diferença da data de consumo visualizados nas figuras 1 e 7. Como foi apresentado apenas 3 meses de consumo para cada empresa, não é possível afirmar que esse padrão permanece nos demais meses, mas é um ponto favorável para a RVD neste cenário apresentado.

Dessa forma, é possível verificar que para os ramos de minerais não metálicos e alimentícios, o cenário é mais favorável para a aplicação do método e a diferença entre as simulações realizadas mostra maior aproximação ao consumo efetivo considerando o menor intervalo de tempo como referência.

5 DISCUSSÃO

Os estudos apresentados revelam a importância da redução de consumo de energia e as possibilidades já existentes para o seu alcance. Levando em consideração, segundo dados levantados pelo Governo do Brasil (2022), por meio do Ministério de Minas e Energia (MME), o Programa RVD de setembro a dezembro de 2020 representou uma economia de 5,6 milhões de megawatt/hora (MWh), o que representa aproximadamente 2,7% do consumo de energia em todo o Brasil ou cerca de 4,5% a menos na tarifa do consumidor residencial devido a utilização de energia provenientes de termelétricas no período de escassez.

Através de uma análise mais detalhada com dados concretos de performance dos projetos em combinação com as vantagens existentes entre os dois planos vigentes, foi possível verificar alguns

pontos ainda passíveis de remodelação e adaptação para atendimento ao objetivo final em comum sendo a redução do consumo através de programas de incentivo.

Durante a análise das consultas públicas acessadas referentes ao projeto de Resposta Voluntária da Demanda (RVD), foi possível notar algumas características muito citadas pelas empresas com relação a dificuldade de participação de todos os consumidores ao programa, atendimento ao montante mínimo de 5MW med reduzidos, melhor acessibilidade aos consumidores interessados em participar do programa e o aprimoramento das ferramentas utilizadas durante o processo.

Os pontos levantados pela consulta pública em conjunto com as observações realizadas durante o decorrer deste artigo mostram os pontos sensíveis e que irão ainda demandar a implantação de novos projetos piloto até o amadurecimento dos consumidores como também das estruturas das organizações com a inserção de tecnologias agregadoras e facilitadoras para o sucesso do projeto de redução de consumo.

As dificuldades em acesso à informação relacionadas aos planos de economia de energia no país possuem uma parcela considerável de responsabilidade para a falta de controle e consequentemente elevados níveis de consumos que poderiam ser mitigados. Inclusive durante a elaboração deste artigo, ocorreram algumas dificuldades em encontrar dados de consumo que são de livre consulta nas entidades relacionadas.

A negociação aberta entre consumidores e produtores/distribuidores é um caminho a ser investido, elevando assim o contato e participação dos usuários de forma a aumentar a competitividade do meio e melhor retorno financeiro/ambiental. Assim permitindo o acesso pelos consumidores simples de maneira mais rápida e prática, levando em consideração também a conscientização ambiental influente na sociedade atual e futura.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da linha de base simulada foi possível notar a sua possibilidade de utilização levando em consideração as particularidades de cada segmento de indústria e trazendo uma nova perspectiva de critérios afim de aumentar a participação dos consumidores e impulsionar a relação de redução de consumo conforme as necessidades e impactos de cada área.

Verifica-se que já há instrumentos de incentivo para a resposta da demanda baseada em preços conforme o tipo de consumidor, porém essas classificações ainda carecem de serem desmembradas para que novas categorias sejam integradas e possibilitem uma gestão mais favorável e condizente com cada grau de consumo de energia gerando benefícios de ponta a ponta.

Além do tema abordado, fatores tecnológicos como criação de sistemas automatizados para

auxílio na apuração do consumo e a conexão destes dados com os devidos agregadores e órgãos competentes em conjunto de atualizações físicas dos consumidores, levarão ao melhor aproveitamento e sucesso do projeto futuramente.

De acordo com o explicitado, a resposta da demanda pode modernizar o setor energético nacional, fazendo com que os consumidores simples residenciais e comerciais participem mais ativamente na área de energia, ocorrendo um planejamento energético que desempenhe um papel significativo na operação do setor elétrico e beneficiando não somente o individual como também o meio ambiente.

Um ponto que pode ser objeto de estudo futuro a partir do conhecimento obtido durante a realização deste artigo é a avaliação de critérios diferentes de reduções como uma diminuição uniforme de demanda ou por período trimestral, maior flexibilidade na definição dos períodos de redução, que pode beneficiar e abranger os diversos setores existentes, aumentando assim a participação e alcance dos objetivos dos projetos.

Outro ponto que também pode ser considerado visando a parcela significativa de consumidores simples existentes, seria a inclusão dos cidadãos de forma a motivar o consumo consciente e incentivar a visibilidade e importância da redução de demanda criando, por exemplo, metas para um determinado agrupamento de residências que se atingido, geraria um retorno financeiro como desconto ou abatimento de saldo futuro. Esses pontos, devido a necessidade de infraestrutura adequada e uma automatização são grandes desafios, mas em projetos de cidades inteligentes podem ter um impacto significativo e estar mais próximo da realização.

REFERÊNCIAS

ABIAPE. Consulta Pública nº 080/2021, publicada no DOU de 16/12/2021, seção 3, pág. 160. **Contribuição da ABIAPE.** Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_auth=3K6y6ker&p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideParticipacaoPublica=3629&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_javax.portlet.action=visualizarParticipacaoPublica. Acesso em: 21 mai. 2022.

ABRACE. Consulta Pública nº 080/2021, publicada no DOU de 16/12/2021, seção 3, pág. 160. **Contribuição para a Consulta Pública nº 80/21.** Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_auth=3K6y6ker&p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideParticipacaoPublica=3629&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_javax.portlet.action=visualizarParticipacaoPublica. Acesso em: 22 mai. 2022.

CCEE. Consulta Pública nº 080/2021, publicada no DOU de 16/12/2021, seção 3, pág. 160. **Contribuições da CCEE à Consulta Pública ANEEL nº080/2021.** Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_auth=3K6y6ker&p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideParticipacaoPublica=3629&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_javax.portlet.action=visualizarParticipacaoPublica. Acesso em: 21 mai. 2022.

CCEE. **Consumo de Energia no SIN.** Disponível em: <https://www.ccee.org.br/en/web/guest/dados-e-analises/consumo>. Acesso em: 08 abr. 2022.

CCEE. **Resposta da Demanda.** Disponível em: https://www.ccee.org.br/ccee/documentos/CCEE_561634. Acesso em: 02 abr. 2022.

COIMBRA, M.; JÚNIOR, W.; CHANTRE, C. **O Estado da Arte da Resposta da Demanda no Brasil.** 2021. Artigo publicado no IFE Setorial de Tecnologias Exponenciais, mar. 2021, p. 1-12. Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/42_Artigo%20TEX%20-200%20Estado%20da%20Arte%20da%20Resposta%20da%20Demanda%20no%20Brasil.pdf. Acesso em: 02 abr. 2022.

COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL. Disponível em: <https://www.csn.com.br/cimento/>. Acesso em: 07 maio 2022.

DÍNAMO. Consulta Pública nº 080/2021, publicada no DOU de 16/12/2021, seção 3, pág. 160. **Contribuição para a Consulta Pública nº 80/21.** Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_auth=3K6y6ker&p_p_id=participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_ideParticipacaoPublica=3629&_participacaopublica_WAR_participacaopublicaportlet_javax.portlet.action=visualizarParticipacaoPublica. Acesso em: 22 mai. 2022.

FIGUEIREDO, Mariana. **ABRACE**. Notícias: Entenda como funciona o Programa de Resposta da Demanda. 07 jul. 2021. Disponível em: <https://abrace.org.br/noticia/entenda-como-funciona-o-programa-de-resposta-da-demanda/>. Acesso em: 26 mar. 2022.

GOVERNO DO BRASIL. **Programa de redução voluntária do consumo de energia gera R\$ 2,4 bilhões de bônus aos consumidores**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2022/01/programa-de-reducao-voluntaria-do-consumo-de-energia-gera-r-2-4-bilhoes-de-bonus-aos-consumidores>. Acesso em: 16 abr. 2022.

MARFRIG. **Quem Somos**. Disponível em: <https://www.marfrig.com.br/pt/quem-somos>. Acesso em: 07 maio 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Consulta Pública**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/acao-a-informacao/legislacao/portarias/2021/portaria-normativa-n-22-gm-mme-2021.pdf/view>. Acesso em: 15 mar. 2022.

ONS, OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Sobre o SIN**: o que é o SIN: o sistema interligado nacional. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>. Acesso em: 03 abr. 2022.

ONS, OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Perguntas e respostas sobre a oferta de redução voluntária de demanda (RVD)**. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/20210908-Perguntas-e-respostas-Oferta-de-Reducao-Voluntaria-de-Demanda-%28RVD%29.aspx>. Acesso em: 03 abr. 2022.

ONS, OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. **Produtos e Grade Horária - Redução Voluntária da Demanda RVD**. Disponível em: <http://www.ons.org.br/Documents/Produtos%20e%20Grade%20Hor%C3%A1ria%20-%20Redu%C3%A7%C3%A3o%20Volunt%C3%A1ria%20da%20Demanda%20RVD.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2022.

RASTEIRO, Cinthia Perini Pereira. **Análise crítica do programa piloto de resposta da demanda de energia elétrica instituído no Brasil**. 2019. Monografia (Especialização MBA em Energia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Acesso em: 09 abr. 2022.

SANTOS, Luísa Simei Lopes dos. **Estudo de linhas base para verificação da redução de consumo no programa de resposta da demanda brasileiro**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista – Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Acesso em: 10 abr. 2022.

SOARES, Fillipe Henrique Neves. **Resposta da demanda industrial e sua influência na formação dos preços de curto prazo no mercado de energia elétrica: uma proposta**. 2017. Tese (Doutor em Ciências) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-27062017-140317/publico/FillipeHenriqueNevesSoaresCorr17.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

VOLKSWAGEN. **Taubaté**. Disponível em: <https://www.vwnews.com.br/company/3/2>. Acesso em: 07 maio 2022.