



Eficiência energética

Por Jeferson Borghetti Soares*



Iniciamos, nesta edição, um fascículo para discutir eficiência energética e sua importância para a segurança energética e para a construção de um país mais sustentável. Trata-se de uma série de oito artigos, que contam com a curadoria do engenheiro Danilo Ferreira de Souza, professor na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Este fascículo abordará o assunto a partir da contribuição de especialistas e autoridades em suas áreas de atuação, que discorrerão sobre temas, como eficiência energética e avaliação de ciclo de vida, sistemas de condicionamento ambiental, impactos da MP 998, sistemas motrizes, eficiência energética das edificações, gerenciamento de edifícios inteligentes, qualidade de energia, entre outros tópicos. No primeiro artigo da série, o especialista Jeferson Soares, da EPE, traz uma abordagem sobre planejamento energético, considerando desafios, políticas e programas energéticos, oportunidades e avanços na área. Boa leitura!

Capítulo I

Eficiência energética no planejamento: apropriação, dinâmica e desafios

O planejamento energético tem com um de seus desafios orientar possíveis caminhos, planos e ações necessários para atender às necessidades de energia da sociedade como um todo, observando contornos que envolvem, de forma simultânea, estímulo a um ambiente propício à realização de investimentos no setor, atendimento a critérios de sustentabilidade ambiental, garantia de acessibilidade da energia pela população e promoção da segurança energética.

Tal planejamento é especialmente desafiador no caso brasileiro, dado que a necessária retomada de trajetória sustentada de crescimento econômico de longo prazo traz associada crescente demanda por energia, capitaneada pela expansão da atividade econômica em seus setores de atividade (indústria, comércio/serviços, agropecuária), pela melhoria da qualidade material da vida da população em geral (com inclusão energética) e pelo desenvolvimento de infraestrutura (rodovias, ferrovias, geração de energia, saneamento básico, cidades, habitação etc.) associado a este crescimento econômico, mesmo com a promoção de políticas e programas de eficiência energética. Este padrão de crescimento é esperado na medida em que o país caminhe na direção de reduzir hiatos de maturidade de infraestrutura e de desenvolvimento humano e em relação aos indicadores observados em países desenvolvidos. Adicionalmente, em países com lacunas

de atendimento energético à sua população, é importante destacar a influência do “efeito rebote”, que ocorre quando a economia financeira gerada por ações de eficiência energética é aproveitada para aquisição de novos equipamentos (ainda que eficientes energeticamente), acelerando a curva de consumo total de consumo de energia. Nesta situação, os indicadores de consumo per capita claramente crescem como resultado de melhoria da qualidade de vida da população, em resposta ao aumento do grau de conforto da mesma. A Figura 1 ilustra indicadores internacionais comparativos no que se refere ao binômio “Consumo per capita de energia vs Índice de Desenvolvimento Humano (IDH¹)”. De acordo com essa figura, é de se esperar que, conforme se atinjam maiores níveis de renda e de maturidade de infraestrutura ao longo do tempo, o crescimento destes indicadores tenda a mostrar comportamento assintótico em relação aos valores observados em países desenvolvidos, se aproximando de certo grau de saturação neste indicador.

Nessa direção, os estudos de planejamento têm apontado essa tendência e o mais recente Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2030),³ elaborado pela EPE em coordenação com o MME, aponta para crescimento do consumo de eletricidade no horizonte decenal da ordem de 3,7% a.a. até 2030, o que resulta a necessidade de atender a um requisito anual de geração no Sistema Interligado

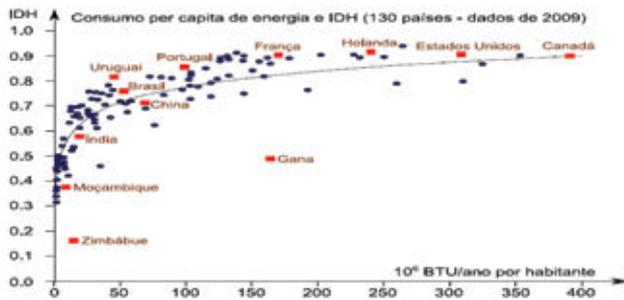


Figura 1 - Consumo per capita de energia versus IDH.

Fonte: Jannuzzi, Swisher e Redlinger (2018) ²

Nacional (SIN) em torno de 3,4 GW médios anuais.⁴

Para atender às necessidades energéticas (eletricidade e combustíveis) futuras nos horizontes de médio de longo prazo, diversas formas de atendimento são possíveis, tanto a partir de energias renováveis (hidráulica, biomassa, energia solar, eólica etc.) quanto de fontes não renováveis (carvão, gás natural, petróleo etc.), podendo ser feito tanto de forma centralizada (a partir de blocos maiores de energia em médios e grandes aproveitamentos) quanto descentralizada (a partir de pequenos e microaproveitamentos).

Do ponto de vista de oferta de energia, seja ela produzida de forma centralizada ou descentralizada, o Brasil apresenta grande disponibilidade destes recursos energéticos totais no Brasil, como mostra o relatório final do PNE 2050,⁵ tendo sido cunhado o termo de “administração da abundância”, em virtude de estes recursos superarem, em grande medida, a expectativa de consumo de energia a ser atendida no horizonte de longo prazo.

Crescentemente relevante, porém, é o papel dos recursos disponíveis pelo lado da demanda, o que inclui eficiência energética, geração distribuída, armazenamento de energia, veículos elétricos e gerenciamento pelo lado da demanda. Através de tecnologias de geração de energia e/ou uso de equipamentos energeticamente eficientes, o consumidor final de energia passa a fazer parte da solução de atendimento às suas próprias necessidades energéticas ou mesmo exportando excedentes de energia para outros consumidores. Este papel do consumidor tende a ser potencializado a partir da digitalização de sistemas energéticos, inovações tecnológicas, custos decrescentes de novas tecnologias e desenhos regulatórios que propiciem essa contribuição descentralizada ao sistema energético como um todo.

Ao contrário, porém, dos demais recursos pelo lado da demanda, a eficiência energética não exige expansão

de infraestrutura associada (ainda que se possa contrapor impactos devido à manufatura industrial de equipamentos eficientes), reduz impactos ao meio ambiente, gera benefícios à saúde humana (redução de poluição)⁶, incentiva um setor intensivo em geração de empregos qualificados, além de agir como um vetor de estímulo à inovação tecnológica e social.⁷ Por se tratar de um setor intensivo em mão de obra, considerar o estímulo em ações de eficiência energética pode contribuir com estímulo à retomada econômica pós-pandemia, criando inclusive benefícios estruturais de longo prazo para a economia, gerando competitividade econômica permanente, estruturando serviços para atendimento a esse mercado, como também criando um ambiente propício para que inovações ocorram em todos os campos (tecnológico, jurídico-regulatório e de modelos de negócios, por exemplo). Ampliando este cardápio de virtudes, suas características de ampla e descentralizada disponibilidade doméstica, também contribui para a segurança energética e a resiliência do sistema energético como um todo. No contexto da atual transição energética mundial para sistemas energéticos de baixo carbono, ao lado de alternativas que incluem a expansão de fontes renováveis, revisão de padrões de consumo e alternativas de captura e uso de carbono, a promoção da eficiência energética é, certamente, uma das mais fundamentais nesse processo.

Do ponto de vista histórico, a eficiência energética proporcionou a economia de 14% no consumo total de energia (eletricidade e combustíveis) no período 2005-2019, de acordo com a publicação “Atlas de Eficiência Energética 2020- Relatório de Indicadores”. Para se ter ideia do que isso representa, isso significa que, em 2019, o consumo total de energia equivalia àquele devido à produção de minerais e metais (minério de ferro, cobre, aço, ligas metálicas etc.) e à produção química no Brasil, juntos, em 2019.⁸ Dentre os setores, os maiores progressos observados ocorreram no consumo de energia em residências e em transportes, com cerca de 20% de ganhos de eficiência energética no período 2005-2019 (Figura 2). De maneira geral, estes resultados decorreram tanto como resultado de ação de políticas e programas de eficiência energética vigentes no país (PBE, PROCEL, CONPET, PEE/ANEEL e Lei da Eficiência Energética⁹ etc.) quanto de ações de agentes setoriais específicas de acordo com a dinâmica competitiva própria dos mercados nos quais se inserem, por exemplo, na redução da participação de custos de energia, buscando maior competitividade de seus produtos.

1 Para mais informações: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>.

2 Disponível em: <https://iei-brasil.org/livro-pir/>.

3 Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2030>.

4 Estes montantes já descontam a contribuição das parcelas de eficiência energética.

5 Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Plano-Nacional-de-Energia-2050>.

6 Reunindo, assim, predicados plenamente aderentes aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Vide, nesse sentido: <https://odsbrasil.gov.br/>.

7 Posto que soluções de eficiência energética também podem ser associadas a mudanças de padrões de comportamento e uso de energia.

8 O consumo evitado total estimado de energia (eletricidade e combustíveis) em 2019 foi de cerca de 31 milhões de tep (toneladas equivalentes de petróleo).

9 Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, definindo a atribuição do Poder Executivo em estabelecer “...níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País...” (art. 20).



Eficiência energética

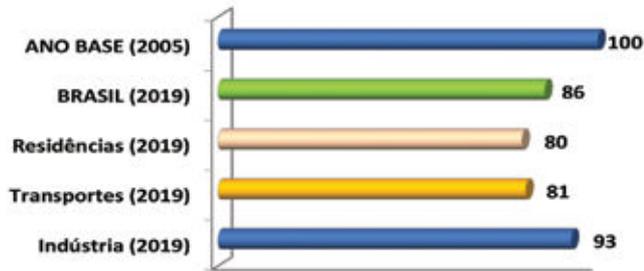


Figura 2 - Evolução do índice ODEX setoriais e Brasil para o período 2005-2019. ¹⁰

Fonte: EPE (2021). Atlas de Eficiência Energética 2020- Relatório de Indicadores. ¹¹

Do ponto de vista prospectivo, por sua vez, no âmbito dos estudos de planejamento energético governamental, o papel da eficiência energética é reconhecido de forma recorrente, em que se podem citar, por exemplo, os Planos Nacionais de Energia (PNE) 2030 e 2050, o Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) e os Planos Decenais de Expansão de Energia (PDE).

Destaque novamente para os resultados recentes dos estudos de planejamento, a estimativa de consumo evitado pela eficiência energética é da ordem de 32 TWh (3,3 MWmédios) e 17 milhões de tep (eletricidade e combustíveis) em 2030, segundo o PDE 2030,¹² distribuídos conforme se apresenta na Figura 3. Por sua vez, apontando para estudos de longo prazo, o PNE 2050 destaca a contribuição de 321 TWh dos ganhos de eficiência energética em 2050, o que é equivalente a evitar a necessidade de expansão da capacidade de geração com potência equivalente a 2,5 vezes a UHE Itaipu. Esta contribuição, contudo, dependerá de ações que incluem aquisição de eletrodomésticos mais eficientes, substituição de equipamentos industriais, novas tecnologias automotivas disponíveis, gestão de energia e mudanças de hábitos, em oportunidades distribuídas em diversos graus em todos os setores de consumo.

Exemplo dessas oportunidades pode ser encontrado no recente estudo de atualização do Balanço de Energia Útil em segmentos industriais selecionados, em que se apontam estes potenciais distribuídos por serviço energético (Figura 4).¹⁴ Este estudo, que utiliza dados de pesquisa em campo em plantas industriais no ano de 2016, mostrou um potencial de eficiência energética estático da ordem de 10,6 TWh, o que poderia representar uma redução conjunta de custos com eletricidade da ordem de R\$ 5 bilhões¹⁵ nos segmentos industriais analisados. Assim como esse exemplo para o caso de parcela da indústria brasileira, oportunidades similares de eficiência energética existem para todos os demais setores de consumo (edificações, indústria, agropecuária etc.).

Há de se destacar que, a despeito de todos os benefícios ao seu aproveitamento, efetivar a contribuição dos ganhos de eficiência energética de forma plena é desafiador e complexo, diante da natureza dos condicionantes que definem a dinâmica de penetração desses ganhos de eficiência energética no tempo.

Em primeiro lugar, por se caracterizarem como aproveitamentos de pequeno porte distribuídos de forma quantitativa e espacialmente heterogênea, o aporte significativo de blocos “virtuais” de energia demanda agregação de contribuição de grande número de consumidores, o que denota um esforço maior em relação às alternativas de maior porte, tais como usinas de geração de energia que conseguem agregar atendimento de forma mais acelerada.

Outra característica se relaciona à natureza da pulverização destes recursos distribuídos: seu aproveitamento se vincula às dinâmicas de decisão de cada agente, de forma “individual”, que difere entre os setores de consumo e mesmo nos consumidores dentro de cada setor. Cada consumidor é afetado de forma distinta, de acordo com seu grau de conhecimento das alternativas de

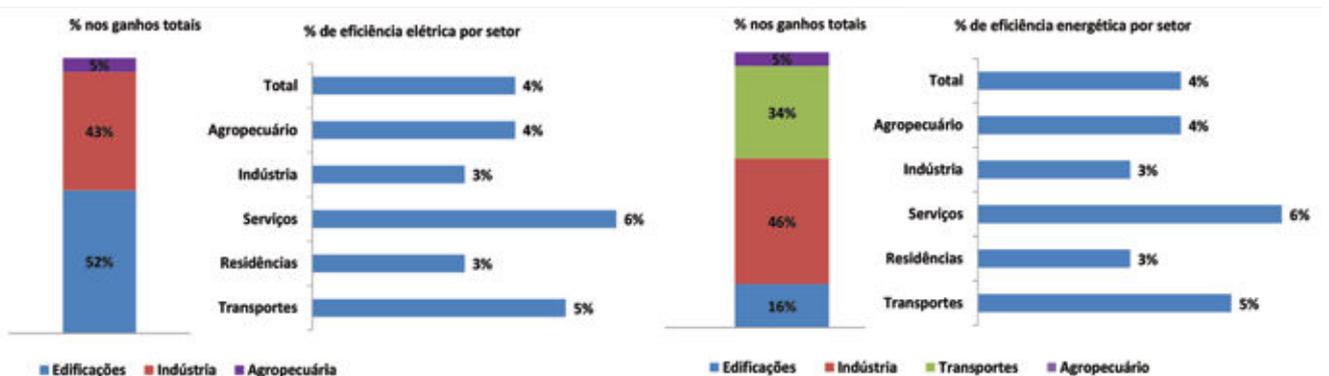


Figura 3 - Contribuição dos ganhos de eficiência energética ao atendimento energético por setor no horizonte até 2030.

Fonte: EPE (2020). Plano Decenal de Expansão de Energia 2030

¹⁰ O índice ODEX é um índice adimensional que apura o progresso de ganhos de eficiência energética através da média ponderada dos índices de progresso destes ganhos nos sub-setores que compõe cada setor. Esta ponderação é realizada tomando-se como base o peso relativo no consumo energético de cada sub-setor. Para mais detalhes, recomenda-se consultar: <http://bit.ly/2MFMQuC>.

¹¹ Disponível em: <http://bit.ly/3a6iWs6>.

¹² Enquanto o consumo evitado de energia elétrica equivale a uma UHE com potência de 8,2 GW, o consumo evitado de 17 milhões de tep corresponde à ordem de grandeza da soma dos consumos totais de energia (eletricidade e combustíveis) da indústria siderúrgica brasileira e da produção de ferro-ligas em 2019.

¹³ Os segmentos estudados incluíram: cadeia do alumínio, celulose & papel, indústria siderúrgica, cerâmica & vidro, alimentos & bebidas e química.

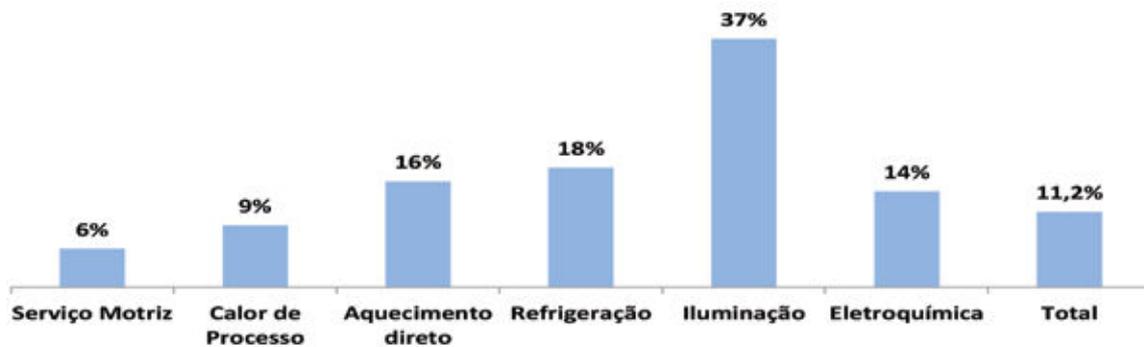


Figura 4 - Potencial de economia de energia por serviço energético na indústria.

Nota: 1- inclui indústrias dos segmentos: alimentos & bebidas, cerâmica, ferro-gusa & aço, metais não ferrosos/outras, papel & celulose e química.

Fonte: EPE (2020). Atualização do Balanço de Energia Útil para segmentos da indústria. ¹⁶

eficiência energética disponíveis, sua percepção dos benefícios de adoção das mesmas, sua disponibilidade de recursos humanos e financeiros para viabilizar sua implantação, e estes fatores influenciam sua decisão de concretizar as ações de eficiência energética, sendo cotejadas diante de outras prioridades de negócio ou individuais. Deste contexto, emergem barreiras comuns à implantação de projetos de eficiência energética entre as quais se podem citar assimetrias de informação, acessibilidade a financiamento, disponibilidade de recursos humanos, disputa com o foco principal do negócio, além de barreiras setoriais específicas para cada setor. Neste último caso, podem-se exemplificar situações em que destravar o aproveitamento do potencial de eficiência energética demanda ações coordenadas envolvendo a esfera federal e as municipalidades, como é a situação de determinadas políticas

públicas de eficiência energética voltadas ao setor de edificações e de transportes.

Uma terceira característica refere-se à influência que melhoria da qualidade de vida da população em geral exerce sobre os ganhos de eficiência energética. Ocorre que ações deste tipo têm o efeito de proporcionar reduções de conta de energia, cujos recursos financeiros disponíveis podem ser usados para aquisição de outros equipamentos (efeito rebote), ainda que com alto nível de eficiência energética, de modo a aumentar o grau de conforto e utilidade por parte do consumidor final. Nessa situação, ainda que o nível geral de eficiência energética possa estar aumentando, o resultado líquido observado é o aumento do consumo de energia ao longo do tempo. Neste caso, não necessariamente o aumento da eficiência energética se associa à redução total de consumo de energia, especialmente em

¹⁴ Exemplos de equipamentos por serviço energético: (i) Serviço motriz: bombas, compressores, ventiladores e compressores; (ii) Calor de processo: sistemas de geração de vapor e aquecimento de fluidos; (iii) Aquecimento direto: fornalhas e fornos; (iv) Refrigeração: refrigeradores, congeladores e ar condicionado; (v) Eletroquímica: cubas eletrolíticas e galvanoplastia.

¹⁵ Adotando-se como referência a tarifa média industrial de R\$ 479/MWh, conforme publicado no Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>.

¹⁶ Estudo disponível em: <https://bit.ly/3703pvM>



Unidade de Subestação Móvel
A solução Trael que não deixa a energia parar



situações onde prevaleçam lacunas de acesso a um maior nível de qualidade de vida em geral.

Como resultado destas características mencionadas (pulverização de agente, lógicas de decisão e melhoria do padrão geral de vida da população), a dinâmica da apropriação destes ganhos de eficiência é gradual e pulverizada no espaço e no tempo, de acordo com os aspectos decisórios de cada agente “individual”, sem que isso represente necessariamente redução de demanda de energia como resultado líquido deste processo, especialmente quando observado o desenvolvimento de uma sociedade em que lacunas de bem-estar existam na sociedade como um todo.

O reconhecimento desta dinâmica atrelada à natureza da decisão de implementação pulverizada destes ganhos de eficiência energética por parte dos agentes e das mencionadas barreiras para que estes potenciais sejam aproveitados resulta na necessidade de este processo estar adequadamente suportado por governança e coordenação intra e inter-setorial adequadas, leis e regulações aplicáveis que estimulem o uso de soluções e comportamentos energeticamente eficientes, acesso amplo à informação da existência dessas soluções, disponibilidade de recursos humanos e financeiros para implantação das alternativas disponíveis para cada usuário e capacitação e educação para uma cultura de eficiência energética no país.

Trazendo esses requisitos gerais para a contribuição sustentada da eficiência energética, seu aproveitamento demanda, assim, um processo contínuo de aperfeiçoamento dos mecanismos vigentes no Brasil (que tem contribuído historicamente para ganhos de eficiência no Brasil) e aporte de políticas públicas inovadoras, acentuado grau de coordenação intra-setorial (entre as instituições que compõe a governança do setor de eficiência energética) e inter-setorial (coordenação com as políticas econômicas e regulações correlatas, inclusas as fiscais/tributárias, financiamento, C&T&I, industrial, educação, infraestrutura etc.) em suas diversas esferas (federal, estadual e municipal). Igualmente importante também é o engajamento dos consumidores finais (que, em última instância, são os implantadores concretos das ações de eficiência energética), além da existência de um ambiente financeiro propício para a realização dos investimentos associados a cada solução. Isto posto, pode-se concluir que a efetivação dos potenciais existentes de eficiência energética depende de uma cadeia de ações de articulação e coordenação de uma engrenagem que demanda contribuição de vários atores, públicos e privados, de modo a se promover uma ambiência de aproveitamento acelerado destes ganhos de forma abrangente e distribuída entre todos os setores da economia.

Sob a ótica do planejamento energético, o recente relatório do PNE 2050 aponta grandes recomendações para promover

esta aceleração, destacando: (i) Reforçar as bases de dados e informações relativas ao desempenho do mercado de eficiência energética no Brasil, diante do valor destes dados para proposição e avaliação periódica da efetividade das políticas públicas correlatas, bem como para a priorização de recursos financeiros publicamente orientados para eficiência energética; (ii) Promover o contínuo aperfeiçoamento da governança institucional do setor, tendo em vista a crescente integração de cadeias energéticas e necessidade de contínua melhoria da coordenação intra e inter-setorial para o desenho de políticas públicas voltadas à eficiência energética; (iii) Incentivar o engajamento da sociedade por meio de aumento do nível de informação e educação sobre o papel da eficiência energética, de modo a contribuir com a disseminação da cultura de eficiência energética no país.

Nesse âmbito, além da manutenção da agenda de programas e políticas existentes (PEE/ANEEL, PROCEL, Lei nº 10.295/2001, PBE etc.), também o mapeamento de avanços em relação ao ferramental político-regulatório existente e de inovações neste campo se fazem necessários. Nesse sentido, a recente conclusão dos estudos do Plano Decenal de Eficiência Energética (PDEf), com suporte dos recursos do PAR/PROCEL, se constitui um subsídio fundamental para a definição de um agenda de longo prazo para o setor, em processo coordenado pelo MME. Ao lado da crescente maturidade no arcabouço político-regulatório, destaca-se também o necessário engajamento de todos os atores nesse processo, possibilitando a definição conjunta desses caminhos, que permite estabelecer os consensos necessários de forma a contribuir para a construção de um setor de eficiência energética que estimule a adoção de soluções de mercado de forma ampla em todos os setores. A construção desse ambiente, como foi dito, é um esforço conjunto de todos os elos desta cadeia (governos, consumidores de energia, agentes de financiamento etc.) e essa coordenação e integração propiciarão acelerar o aproveitamento do potencial de eficiência energética no Brasil.

**Jeferson Borghetti Soares é engenheiro químico, com mestrado e doutorado em Planejamento Energético pela COPPE/UFRJ. Participou de projetos de pesquisa e consultoria para instituições governamentais e para o setor privado em estudos de matriz energética, mitigação de emissões de gases de efeito estufa, eficiência energética, mercado de gás natural e indicadores de sustentabilidade no setor energético. Funcionário de carreira, ingressou por concurso público na Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em 2006, sendo atualmente assessor da Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais da instituição, onde colabora, entre outros, com a elaboração de estudos referentes à eficiência energética.*