

GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO TÉRMICA - GGT

PROPOSTA DE MECANISMO DE CERTIFICADOS BRANCOS PARA O BRASIL COM BASE NA AVALIAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

**NAIARA RINCO DE MARQUES E CARMO (1); RODRIGO FLORA CALILI (2)
PUC-RIO (1); PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO (2)**

RESUMO

O uso de Certificados Brancos (CBs) pode ser visto como um instrumento de inserção de medidas de eficiência energética (EE), a qual é transformada em um produto com valor econômico em um contexto de obrigações de EE a serem atingidas. Este trabalho propõe um mecanismo de CBs para o Brasil com base em uma revisão da literatura, mostrando os exemplos bem-sucedidos da Itália e da França. Com isso, foi possível sugerir um formato similar para o Brasil, a partir do cenário nacional de consumo de energia e as políticas de EE já adotadas.

Certificados brancos; Políticas de eficiência energética; Comércio de energia; Plano Energia Limpa.

1.0 - INTRODUÇÃO

Um Certificado Branco (CB) é um instrumento de suporte a medidas de eficiência energética (EE), que tem ganhado cada vez mais importância no mundo. Trata-se de uma forma de quantificar a energia economizada em um projeto de EE, de modo que ela se torne um produto, que possa ser livremente comercializado.

Neste artigo, serão contemplados alguns casos em que foi implementada uma estratégia de CBs, avaliando alguns aspectos importantes que embasam uma proposta de mecanismo para o Brasil. Assim, o artigo tem por objetivo propor um plano de CBs para o Brasil baseado no estudo aprofundado de experiências internacionais. Para isso, foi feita uma revisão da literatura, mostrando a evolução do mecanismo em países com vasta experiência no assunto. Com base nestas informações, foi possível compreender os principais desafios, o funcionamento das políticas e do mecanismo, assim como outros aspectos que embasam uma forma de inserir o mercado no cenário nacional.

Foram definidos, a priori, dois países com vasta experiência no assunto, e cujo mecanismo se encontra em estado maduro, de modo a acumular lições aprendidas e desafios. Os eleitos foram Itália e França. Nos dois casos, a implementação ocorreu no início dos anos 2000, de modo que em ambos os casos há um histórico considerável para comparar com o cenário brasileiro. Com isso, são comparados diferentes programas governamentais, com suas peculiaridades e, com isso, foi possível sugerir maneiras de implementar algo semelhante neste país.

2.0 - METODOLOGIA

Foi feita uma revisão da literatura sobre o assunto objeto deste estudo, certificados brancos, e principalmente da aplicação deste nos países mencionados, visando obter um panorama geral sobre o contexto do trabalho, assim como dos casos específicos abordados. Também foi feito um levantamento do arcabouço regulatório brasileiro. Para tanto, utilizou-se a base de dados SCOPUS, assim como relatórios, legislações e outros trabalhos que fornecem informações recentes sobre a evolução dos casos avaliados.

Para a pesquisa na base SCOPUS, foram utilizados os seguintes palavras-chave: "*white certificate*" AND "*energy efficiency*", desde 2010 até dezembro de 2019, buscando apenas documentos em inglês. Os registros indicados nesta pesquisa foram analisados e os mais aderentes ao tema em questão foram selecionados. Este trabalho busca responder questões norteadoras, a saber: (1) Qual o período de duração das políticas? (2) A quais indústrias/setores da economia ele se aplica? (3) Quais são os players envolvidos e quem pode participar do mercado? (4) A que tipos de projetos de EE o mecanismo se aplica? (5) Como o mecanismo funciona? (6) Como é feito o comércio/transação dos certificados? (7) Como e por quem é feita a certificação dos projetos de EE? (8) Como são os modelos de Medição e Verificação? Existe algum protocolo adotado ou medida de linha de base? (9) Quais as dificuldades, barreiras à implementação do mecanismo? (10) Qual a eficácia da política? (11) Como tem ocorrido a evolução da quantidade e do preço dos certificados?

Com base nas respostas a estas perguntas, pode-se relacionar este mecanismo com o cenário brasileiro, apontando possíveis desafios e vantagens à implementação de uma medida como esta.

A estrutura deste texto é feita da seguinte maneira: as perguntas mencionadas embasam os títulos de cada seção, e contemplam aspectos referentes aos países que serviram de base para este estudo. A seguir, são feitas

considerações sobre o perfil de consumo e aspectos regulatórios do Brasil, para, enfim, propor uma política de CBs para o país. Por fim, são feitas algumas considerações e sugestões para trabalhos futuros.

3.0 - RESULTADOS

3.1 - Período de duração e indústrias/setores aplicáveis

O plano italiano teve início em 2006, e em suas primeiras etapas foram definidas metas de economia de energia para fornecedoras de eletricidade e gás natural. Atualmente, o plano abrange todas as fontes em cinco tipos de certificados (CAMPANELLI et al., 2013): Tipo I: Eletricidade; Tipo II: Gás natural; Tipo III: Intervenções em outras fontes exceto as anteriores e no setor de transportes; Tipo IV: Outras formas de energia que não a eletricidade e o gás natural, realizadas no setor de transportes; Tipo V: Demais ações.

Na França, o plano de CBs foi estabelecido pela lei nº 2005-781, e também começou a funcionar em 2006. As partes principais com obrigação são os fornecedores de eletricidade, gás, calor, refrigeração e combustível, sendo que estes últimos foram incluídos apenas na segunda etapa do plano (BAUDRY; OSSO, 2019).

Um aspecto importante é que consta na legislação francesa a preocupação não apenas em atender as metas de economia de energia, mas também viabilizar o consumo eficiente com ações de conscientização da população, reaproveitamento de resíduos como fonte de energia térmica, incentivo a energias renováveis e à entrada de veículos híbridos e elétricos no mercado (FRANÇA, 2005).

3.2 - Players envolvidos e critérios de participação do mercado

De forma geral, os principais atores neste mecanismo são (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018; BAUDRY; OSSO, 2019): (1) A autoridade nacional; (2) As fornecedoras/distribuidoras de energia que são as partes com obrigação de EE; (3) Os clientes finais; (4) As instituições que atuam na gestão e emissão dos certificados e no comércio dos mesmos; (5) As partes voluntárias; (6) As empresas desenvolvedoras de inovações tecnológicas.

Cabe destacar que as partes voluntárias geralmente são companhias de economia de energia ou de gestão energética que podem ser uma ESCO, uma empresa não participante do plano, outra empresa especializada, entre outros (DI SANTO, D.; BIELE, 2017; RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Inicialmente, as empresas italianas com obrigações de economia de energia eram aquelas distribuidoras com mais de 100 mil consumidores, mas a partir de 2008 foram incluídas aquelas com mais de 50 mil clientes nos 2 anos anteriores (BERTOLDI et al., 2010).

Além disso, a meta de economia de energia e as regras de funcionamento do mecanismo são definidas via decreto pelo Ministério do Desenvolvimento Econômico, em parceria com o Ministério para o Meio Ambiente e Proteção do Território e Mar, considerando as diretrizes europeias (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

É feito um rateio desta meta entre as empresas participantes, de acordo com o número de consumidores que atendem (DI SANTO, D.; BIELE, 2017). Players envolvidos também são a *Gestore dei Mercati Energetici* (GME), *Gestore dei Servizi Energetici* (GSE) e *Italian Regulatory Authority for Energy, Networks and Environment* (ARERA), que atuam na administração do plano, na verificação dos projetos de EE e no comércio dos certificados (FRANZÒ et al., 2019).

A GSE é uma sociedade anônima controlada pelo Ministério da Economia e Finanças, que atua no setor de energia. Ela desempenha um papel fundamental no incentivo e desenvolvimento de fontes renováveis na Itália, assim como a promoção de EE e de consumo consciente e sustentável de energia. Suas atribuições seguem as diretrizes do Ministério do Desenvolvimento Econômico (GSE, 2020). Já a ARERA atua na parte regulatória e de supervisão dos setores de eletricidade, gás natural, serviços de água, resíduos e aquecimento urbano (ARERA, 2020).

A GME opera mercados de energia, gás e meio ambiente, atuando na gestão econômica e organização do mercado atacadista de energia. Suas atividades são realizadas com base nas diretrizes dadas pelo Ministério do Desenvolvimento Econômico e as disposições regulamentares emitidas pela ARERA (GME, 2020).

Na França, a administração do plano é feita pelo governo federal e pela *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie* (ADEME) (IPEEC, 2016), e o comércio é feito principalmente via acordos bilaterais (BEUCLER, 2016). A ADEME é um estabelecimento supervisionado pelos Ministérios da Transição Ecológica Solidária e o do Ensino Superior, Pesquisa e Inovação. Ela atua na mobilização da sociedade quanto à sustentabilidade. Com isso, ela contribui no financiamento de projetos e promoção de soluções nesta área (ADEME, 2020).

3.3 - Funcionamento do mecanismo e tipos de projetos de EE aplicáveis

O mecanismo funciona de maneira geral de modo semelhante para os países avaliados neste estudo: as metas e regras do mercado são determinadas pela respectiva autoridade nacional, assim como a aplicação das penalidades. A Figura 1 mostra o funcionamento geral do mecanismo.

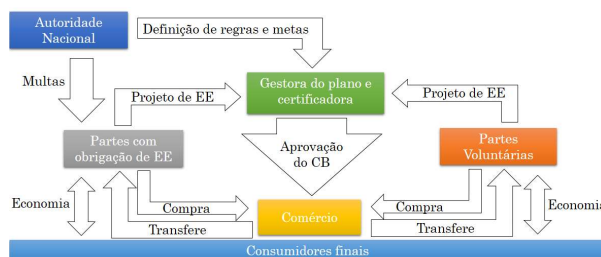


Figura 1: Players envolvidos no mecanismo de eficiência energética (Adaptado de RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

As partes com obrigação podem atender à respectiva meta de duas maneiras: (1) Desenvolvendo projetos próprios de EE, que devem ser verificados e certificados pela autoridade no assunto. Na Itália, isso é feito pela GSE (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018) e na França, pela EMMY (EMMY, 2019); (2) Comprando CBs em um mercado regulado. Vale destacar que a venda de CBs em ambos os casos é permitida não apenas às partes com obrigação, como também às voluntárias.

Para cada projeto de EE, são emitidos CBs correspondentes à economia esperada, e o documento tem validade entre 7 e 10 anos (FRANZÒ et al., 2019). Cada certificado italiano corresponde a 1 tep de energia primária economizado (FRANZÒ et al., 2019). Por outro lado, no caso francês, cada título corresponde a 1kWhcumac (PAUSADER, 2014).

Na Itália, as empresas italianas com obrigação de EE podem recuperar os custos dos projetos por meio de tarifas aplicadas ao kWh fornecido, que são estipuladas pela instituição reguladora (AFSHARI; FRIEDRICH, 2016). Isto não é aplicado ao caso francês, por exemplo.

A cada ano, as empresas que participam deste mecanismo e possuem obrigações de EE devem apresentar o conjunto de certificados que atenda à meta estipulada para aquele período. Aos que não cumpriram a respectiva meta, é aplicada uma multa. Por outro lado, na Itália, deve-se atender pelo menos 60% da meta para não haver penalização. Para as empresas que atingiram mais de 60% da meta mas não o total necessário, não há aplicação de multas, mas a meta é aumentada para o período seguinte (PELA, 2016).

Neste caso, são feitas avaliações individuais, mas as penalidades podem variar entre € 25.000 e € 155 milhões para cada caso. Além disso, destaca-se que a multa não impede o cumprimento da meta (PAVAN, 2008, apud RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018). Já na França, a multa é de 2 centavos de euro por CB não emitido (PAUSADER, 2014). Um dos fatores que pode explicar a diferença entre as multas pode ser o tipo de movimentação do mercado em cada país, como é explicado na seção 3.4.

Atualmente participam do mecanismo italiano 14 fornecedoras de eletricidade e 62 de gás natural. A principal atuante é a ENEL, cuja meta corresponde a aproximadamente 50% do total nacional. Por outro lado, 40% da meta do setor de gás natural cabe a apenas três empresas da área (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018). Na França, há atualmente 362 partes com obrigação de EE, porém, 94% da meta estabelecida foi atingida unindo as contribuições das 3 maiores fornecedoras: EDF, GDF-Suez (atualmente Engie) e Ecofioul1 (BAUDRY; OSSO, 2019).

Os CBs na França são produzidos de duas maneiras principais (BAUDRY; OSSO, 2019): (1) Ações padronizadas baseadas em economias já estabelecidas, descritas e quantificadas em um arquivo definindo aspectos de cada ação (por exemplo, nível de eficiência esperado, certificação técnica, entre outros); (2) Ações mais específicas, avaliadas por medidas mais complexas de economia de energia. Estes projetos devem ser validados pelo poder público².

Com estas medidas, a intenção do governo francês é tornar os fornecedores de energia os principais players no mercado de EE, criando uma estrutura para que outras empresas menores também possam atuar a um custo menor. Outro ponto importante é gerar em todos os setores um mercado competitivo em termos de custo de economias de energia (BAUDRY; OSSO, 2019).

3.4 - Comércio dos certificados e processo de certificação dos projetos

O plano de CBs transforma as ações de EE em um ativo cujo preço varia no tempo, de modo semelhante a um mercado de ações. Na Itália, por exemplo, as partes interessadas se cadastram em uma plataforma controlada pela GME para fazer o comércio dos certificados. Estes documentos podem ser comprados de outras empresas que atingiram sua meta, ou de partes voluntárias. Este comércio também pode ser realizado por meio de acordos bilaterais (FRANZÒ et al., 2019).

A validação de projetos na Itália, assim como a gestão do plano, é feita atualmente pela GSE, tendo a *National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development* (ENEA) como suporte técnico (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018). Nos últimos anos, nota-se que o preço do certificado italiano

¹ Trata-se de uma associação que gerencia conformidade de eficiência energética de empresas fornecedoras de óleo para aquecimento doméstico (UFIP, 2014).

² Um exemplo é o ministério de Ecologia, Desenvolvimento Sustentável, Transporte e Habitação (BAUDRY et al., 2019).

variou entre € 90 e € 110. Porém, em 2017, devido a metas cada vez mais desafiadoras, o preço evoluiu para aproximadamente € 300 (DI SANTO, D.; BIELE, 2017). Isto é analisado em mais detalhes na seção 3.5.

Já na França, embora exista uma plataforma de negociação dos certificados, o volume de vendas é pequeno. Para se ter uma ideia, em 2010 o preço foi estabilizado em 3€/MWhcumac (BAUDRY; OSSO, 2019). Isto ocorre porque o objetivo principal das partes com obrigação não está ligado a atender as metas, mas sim gerar economia para os consumidores, fortalecendo o relacionamento com eles e atraindo novos (AFSHARI; FRIEDRICH, 2016).

Outro aspecto importante é que os CBs são emitidos de modo eletrônico pela EMMY, e não há incentivos governamentais a projetos certificados ou à compra de títulos (PAUSADER, 2014). Além disso, ela conecta compradores e vendedores de CBs por meio de contas criadas na plataforma da empresa. Contudo, ela não interfere no processo de transação, e isto é feito geralmente via acordo bilateral (EMMY, 2019).

3.5 - Evolução das aplicações do mecanismo e desafios à sua implementação

Até por volta de 2011, cerca de 80% das economias de energia na Itália ocorreram no setor residencial, e um dos principais motivos foi a mudança para lâmpadas fluorescentes. A partir de 2012, as atenções se voltaram para o setor industrial. Um desafio típico é a complexidade de muitos projetos neste setor, que tendem inclusive a gerar benefícios a longo prazo, e serem mais custosos.

Nesta época, foi contabilizado um coeficiente de durabilidade “*tau*”, que considera a economia de um projeto de EE antecipando sua vida técnica em 5 anos, que era o tempo de reconhecimento de um CB no país à época (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018). O problema é que, por meio deste coeficiente, pode-se obter até 3,36 certificados para cada tep economizado. Então, por volta de 2017 a metodologia foi revista, mas ainda incentivando a implementação de projetos de longa duração (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Além disso, em 2011 foi adicionada uma nova forma de obter um CB, aplicada exclusivamente a projetos de cogeração de alta eficiência (ou *cogenerazione ad alto rendimento*, CAR). Outra medida tomada no mesmo ano foi a remoção do limite de € 100 por tep que antes era definido (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Tais medidas fomentaram ações de EE no setor industrial, tanto que entre 2012 e 2014, aproximadamente 80% dos certificados emitidos foram do setor industrial (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

É importante destacar que existe uma contribuição financeira oferecida às empresas italianas com obrigação, para cobrir parcialmente os custos com os projetos de EE ou a compra de CBs (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Já em 2013 foi proibida a acumulação de benefícios, tornando inelegíveis todas as ações que obtiveram algum benefício antes de 2012. Vale ressaltar que, antes desta mudança, mais de 70% dos certificados gerados contemplavam este tipo de ação. Deste então, empreendimentos deste tipo costumam buscar opções relacionadas ao incentivo fiscal, mais simples e acessível (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018; DI SANTO, D.; BIELE, 2017). Deste modo, projetos nas áreas de energia solar, isolamento de edifícios e outras melhorias em edificações, bombas de calor e lâmpadas de alta eficiência, entre outros, passaram a ser inelegíveis à certificação caso também houvessem obtido outros incentivos, tais como redução de impostos.

Na França, como dito na seção 3.3, os projetos de EE são feitos principalmente com base em uma metodologia prevista, o que simplifica o processo, especialmente nos setores residencial e de serviços. No entanto, dois desafios principais são relatados: o primeiro está relacionado à grande quantidade de documentos necessária ao processo de aplicação de projetos (BAUDRY; OSSO, 2019; ATEE, 2015). Este grande volume cria um gargalo, e as revisões do governo para os próximos períodos buscam resolver esta questão.

Outro desafio está no setor de transportes. Nota-se que o consumo de energia está diretamente ligado a fatores como inovações tecnológicas, planejamento urbano, gerenciamento e infraestrutura de transporte público, entre outros. Isto demanda atenção de fatores não apenas de mercado, como também do poder público em macro escala (ATEE, 2015). Também é importante explicar que há uma assimetria entre os diferentes mercados de fornecimento de energia francesa. O número de ações padronizadas para o setor de edifícios foi dez vezes maior que o do setor de transportes. Porém, o custo de ações nos transportes é maior que o de edifícios. O estudo de BAUDRY; OSSO (2019) sugere separar os dois mercados.

3.6 - Eficácia da política

No período de 2006 a 2017, atingiu-se uma economia de energia primária de 25,7 Mtep na Itália, o que corresponde a uma emissão evitada de 66,8 MtCO₂e neste país (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018). Já em 2014, conseguiu-se evitar 1,7% das emissões de CO₂ daquele ano apenas com o mecanismo de CBs (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Em 2017, 5,8 milhões de certificados foram emitidos, o que equivale a aproximadamente 1,92 Mtep de economia anual, representando um aumento de 5,3% em relação ao ano anterior (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018). Já o preço do certificado evoluiu para € 267, 81% mais caro que em 2016. A tendência é que o preço continue subindo, à medida que as metas se tornam cada vez mais desafiadoras.

Nota-se que o número de CBs emitidos e a energia economizada em tep apresentaram os mesmos valores desde a implementação da política até 2011. No ano seguinte, porém, o número de certificados emitidos foi muito maior do que a energia poupada. Isto ocorreu pela inclusão do fator “*tau*”, que antecipou as economias futuras. Inclusive, neste ano, embora a quantidade emitida de certificados tenha ficado muito próximo da meta estipulada, a

real economia atingida foi próxima da metade do esperado (GSE, 2015; RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Além disso, desde 2014, aproximadamente metade das economias de energia ocorreram pelo consumo de gás natural, visto que a maior parte das ações de EE estavam relacionadas a geração e recuperação de calor (GIANNETTI, 2017). Por outro lado, na França, os melhores resultados na primeira etapa do plano foram devido ao *retrofit* de edifícios (IPEEC, 2016).

É importante destacar também os benefícios a cada uma das partes envolvidas. O estudo de (FRANZÒ et al., 2019) estima que o benefício italiano com o plano de CBs, desde sua criação, até o ano de 2016, gerou um benefício de € 2 bilhões. No entanto, para o Estado a relação custo-benefício foi de quase € 1 milhão, devido à redução de impostos relacionada a conta de energia, o que é apenas parcialmente compensado pelos impostos ligados às ações de EE. Contudo, o governo foi bem-sucedido em desenvolver este sistema econômico, gerando benefícios a diversas partes interessadas, especialmente os usuários finais e fornecedores e distribuidores de tecnologia, estes últimos atingindo o maior benefício, de quase € 5 bilhões. Já para os usuários finais o benefício atingiu aproximadamente € 3 bilhões, devido à redução significativa nas contas de energia.

Os benefícios podem ser ainda maiores quando se considera que as inovações tecnológicas não se refletem apenas em redução nas contas, como também redução de ruído, economia de trabalho e tempo, aumento de vida útil do equipamento, entre outros aspectos. Para as concessionárias o custo final estimado foi de aproximadamente € 5 bilhões, visto que houve redução do consumo promovido pelas ações de EE, e isto foi parcialmente compensado pelos benefícios atingidos.

Também é ressaltado que este plano de CBs contribuiu para que as empresas de serviços públicos considerem cada vez mais serviços de EE como uma oportunidade de negócio crescente. O estudo destaca uma análise recente que envolve as 22 principais concessionárias italianas, das quais 18 já definiram uma unidade que oferece serviços de EE (FRANZÒ et al., 2019).

O suposto custo das concessionárias tem outro lado, pois embora sejam custosos os investimentos em EE, tais ações evitam investimentos para atuar em demandas nos horários de ponta, evita “congestionamento” de linhas de transmissão, evitando atualizações dispendiosas (ROSENOW; BAYER, 2017).

Outro ponto interessante foi que o número de ESCOs certificadas na Itália evoluiu de algumas dezenas em 2011 para 272 em 2016 (FRANZÒ et al., 2019).

3.7 - Evolução da quantidade e do preço dos certificados

Observa-se que, ao longo dos anos, o preço dos certificados tem aumentado severamente, em especial a partir de 2017. Alguns aspectos merecem ser ressaltados sobre este assunto. Sabe-se que existe um reembolso às partes com obrigação que cobre parcialmente os custos com este mercado de CBs definido anualmente pela ARERA (*Autorità di Regolazione per l'Energia, Reti ed Ambiente*; a autoridade italiana para energia, redes e meio ambiente) (FRANZÒ et al., 2019). O valor desta contribuição baseia-se no preço médio do CB do ano anterior. Neste caso, com o tempo, isto gera aumento de custos para o governo manter este plano. Inclusive, este reembolso incentiva o crescimento do preço do certificado (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Outro ponto importante reside no coeficiente “*tau*”. A introdução desta nova maneira de calcular as economias aumentou o número de certificados no mercado, desequilibrando a relação de oferta e procura (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

O aumento nos custos dos certificados tende a ser insustentável, e a afetar financeiramente os consumidores de uso final. Inclusive porque, embora o custo do certificado aumente, a economia de energia gerada não tem crescido na mesma proporção, além do fato que se caminha para projetos de eficiência mais complexos e custosos. Além disso, vale destacar que, de modo geral, a maior parte dos projetos no setor industrial se destina a geração e recuperação de energia, que são processos tipicamente mais complexos e de maior investimento (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Tais desafios podem apresentar as seguintes consequências (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018): (1) O aumento dos preços pode ser cada vez mais custoso aos consumidores de uso final; (2) Projetos aprovados nos últimos anos e ainda não valorados no mercado podem se aproveitar justamente esta transição de preços e conseguir uma receita muito maior que o esperado, por conta do efeito econômico; (3) Com projetos cada vez mais complexos, existe uma tendência a comprar mais certificados, que estando cada vez mais caros, o que pode gerar um impacto no fluxo de caixa dos compradores.

Um último aspecto que merece destaque no que diz respeito ao mercado de CBs na Itália é o efeito sobreposto deste com o EU ETS (*EU Emissions Trading System*). Este sistema foi implementado em 2005 e define um limite às emissões de poluentes de alguns tipos de instalações, e este patamar tende a diminuir com os anos. Com o passar do tempo, cria-se um mercado de créditos de emissão, de modo semelhante ao de CBs, no qual indústrias e demais participantes podem não só investir em melhorias em seus processos e equipamentos, mas também comprar créditos de emissão em um mercado regularizado (EUROPEAN COMMISSION, 2005).

Considerando que atualmente o foco do plano de CBs italiano é justamente no setor industrial, pode-se relacionar matematicamente o preço do CB ao deste novo mercado, que usa como padrão de preço o euro por tonelada de CO₂ (€/tCO₂). Já que, como visto anteriormente, boa parte da economia no setor industrial do país está relacionada a processos de geração e recuperação de calor, o preço do CB pode ser expresso em termos de €/tCO₂. Assim, se o preço do certificado estiver em patamares próximos aos do EU ETS, tem-se um maior incentivo ao investimento

em EE nas indústrias, uma vez que os benefícios de dois mecanismos distintos se sobrepõem (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

Porém, como observado nos últimos anos, o preço do CB tem aumentado, e o nível de complexidade dos projetos de eficiência no setor industrial também. Deste modo, tais projetos são apenas viáveis quando o preço do certificado é alto o bastante.

Em fevereiro de 2018, o preço do CB era de aproximadamente 160 €/tCO₂, o que é muito superior aos preços do EU ETS, que ficam por volta de 15 €/tCO₂, atingindo picos de aproximadamente 30 €/tCO₂. Isto reflete a necessidade do governo italiano em definir estratégias que possam alinhar as duas políticas (RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT, 2018).

4.0 - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

4.1 - EE no Brasil

O Brasil tem executado ações para promover EE, consumo consciente e mais sustentável de energia. Afinal, ações deste tipo são uma boa opção em termos de menores custos e emissões quando comparadas à construção de novas usinas (CALILI et al., 2014). Um exemplo é o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), uma das principais políticas de EE no Brasil atualmente (CALILI, 2013). Ele é coordenado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e fornece informações de desempenho de eletrodomésticos e equipamentos elétricos, principalmente definindo limites mínimos de EE. Deste modo, cada produto recebe uma etiqueta, que mostra a sua classificação de acordo com sua EE. Isto pode ser visto como uma ferramenta importante para o consumidor no momento da compra, uma vez que, geralmente, produtos mais eficientes possam acarretar em maior investimento inicial, mas também em economia de consumo ao longo de sua vida útil.

Outra iniciativa interessante foi o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), criado em 1985 e executado pela Eletrobras. Seu objetivo é promover melhorias da EE de bens e serviços, assim como disseminar conhecimento sobre economia de energia e uso eficiente da mesma, promovendo hábitos de consumo conscientes. As ações deste programa ocorrem em seis segmentos: edificações, iluminação pública, equipamentos, indústria e comércio, poder público e conhecimento (ações educacionais sobre uso consciente de energia).

O CONPET foi criado nos anos 1990, com atribuições parecidas com as do PROCEL, mas para o setor de óleo e gás. Assim como selo PROCEL, o selo CONPET é aplicado a veículos leves, fogões e fornos a gás, e aquecedores de água a gás, visando indicar o nível de EE de acordo com o INMETRO. A coordenação do programa é feita pela Petrobras.

Em 2001 entrou em vigor a lei nº 10295, conhecida como Lei de Eficiência Energética, que estabelece “níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de EE, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes” (BRASIL, 2001).

Já em 2000 foi criado o Programa de EE (PEE), que atua em diversos setores, promovendo uso eficiente de eletricidade em todos os setores da economia e fomentando práticas racionais de consumo. Uma de suas medidas se destinou às concessionárias e permissionárias de energia elétrica, que foram obrigadas a investir 0,5% de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em projetos de EE (CALILI, 2013).

O PROESCO, que recentemente mudou seu nome para BNDES Eficiência Energética, é uma linha de financiamento do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) com juros mais baixos que aqueles praticados no mercado, visando atender às ESCOs.

O Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf) é, uma outra iniciativa do governo brasileiro para aumentar a EE do país (CALILI, 2013). Ele define metas de redução de consumo de energia através de ações de EE, assim como define como meta contemplar programas de eficiência de energia térmica no setor industrial e estudar a pertinência de mecanismos como “leilões de EE” (MME, 2011).

Outra iniciativa é o BNDES Finem – Meio Ambiente – Eficiência Energética que fornece um financiamento a partir de R\$ 10 milhões para projetos voltados à redução de consumo e aumento de EE. A medida é aplicada a empresas sediadas no Brasil que sejam fundações, associações e cooperativas, assim como entidades e órgãos públicos. Destaca-se que os beneficiários do financiamento podem ser os proprietários do empreendimento ou prestadores de serviços executando projetos em unidades de terceiros (BNDES, 2019).

Apesar de tais iniciativas, investir em EE ainda é visto como algo de alto risco no Brasil, devido às incertezas de mercado, restrições técnicas e outras relacionadas a questões como, por exemplo, ambientais e legais. Outro aspecto importante está em legislações como a Lei nº 12.783 de 11 de janeiro de 2013, que fornece descontos na tarifa de energia, algo que pode acabar aumentando o consumo, e trazendo mais incertezas ao mercado de energia (GARCIA, 2009, apud CALILI, 2013).

4.2 - Perfil de consumo de energia no Brasil

A Figura 2 ilustra a melhoria percentual no efeito da eficiência energética sobre as variações de consumo de energia em alguns países. No caso do Brasil, nota-se que, além de estar atrasado em relação a outros países, o período mais recente (2008-2016) teve um desempenho pior do que o anterior (2000-2008) (CPI, 2018).

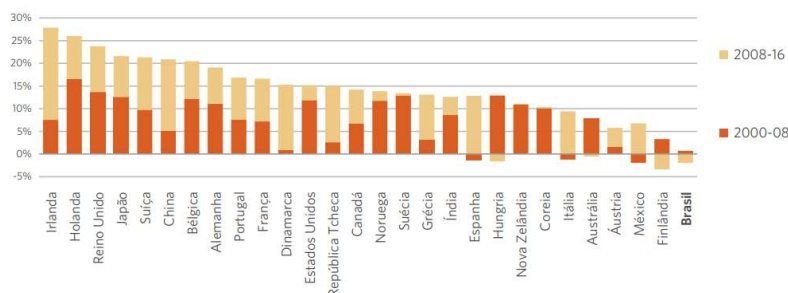


Figura 2: Efeito da eficiência energética em determinados países (CPI, 2018).

Dois fatores são apontados como causas principais (CPI, 2018). Primeiramente, não houve um planejamento de longo prazo voltado a promover eficiência energética no Brasil. Pelo contrário, foram tomadas ações reativas em meio a períodos conturbados, como a crise do petróleo em 1970, a crise da dívida externa na década de 1980 e o racionamento de energia em 2001.

Em segundo lugar, a prioridade das ações de EE foram no setor residencial, ao passo que a indústria parece ser mais promissora (CPI, 2018).

De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2019, que tem por base o ano de 2018, cerca de 60% do consumo de energia no Brasil é devido aos setores de transporte e industrial. Além disso, o setor residencial consumiu cerca de 10% da energia total, e o de serviços, em torno de 5%. Já em termos de eletricidade, o maior consumidor é o setor industrial, e junto com o residencial, ambos somam cerca de metade do consumo nacional (MME, 2011).

De modo diferente, na Itália, estudos de 2016 apontam que aproximadamente 60% do consumo de energia no país corresponde aos setores residencial e de transportes, embora o terceiro maior consumo seja do industrial (IORIO; FEDERICI, 2018). Esta diferença se deve principalmente ao uso de energia térmica para aquecimento, algo que possui uma demanda muito menor em um país tropical como o Brasil.

Outro fator importante está no processo de desindustrialização que os países desenvolvidos estão passando, ao contrário dos países em desenvolvimento. No primeiro caso, existe uma migração de esforços para o setor de serviços, o que se reflete também no consumo energético. Além disso, em termos de eletricidade, os maiores consumidores são os setores industrial e residencial, com mais da metade do consumo total (IEA, 2019).

Segundo as informações mais recentes do Balanço de energia Útil (BEU), referentes a 2004, os principais usos finais da energia brasileira estavam destinados a calor de processo, aquecimento direto e força motriz (MME, 2011). Isto pode ser útil na estratégia de CBs para o setor industrial, por exemplo.

Outro aspecto interessante está no horário de ponta do Brasil, que ocorre por volta de três da tarde em dias de verão, devido principalmente ao consumo de ar condicionado do setor terciário.

4.3 - Proposta de um mecanismo de CBs para o Brasil

Nos casos avaliados este mecanismo foi implementado por etapas, e em cada uma houve mudanças no setor priorizado ou na fonte de energia contemplada. Além disso, tanto na França quanto na Itália as ações iniciais ocorreram no setor residencial, e mais ainda, na França, a maior parte das ações padronizadas no primeiro período foram ligadas ao setor residencial ou edificações, e eram atividades de melhoria no isolamento térmico.

O Brasil não apresenta a mesma demanda de aquecimento que o continente europeu, embora a demanda por refrigeração seja uma crescente preocupação para a operação do sistema elétrico nacional, especialmente durante os horários de ponta.

Outro ponto importante é que muitas construções brasileiras são antigas, e ainda não passaram por um processo de retrofit. Sendo assim, medidas simples, como ajustes no sistema elétrico, troca de aparelhos de ar condicionado e projetos de retrofit de envoltória podem embasar uma primeira etapa no setor residencial. Estas ações também podem ser aplicadas ao setor de comércio e serviços, que inclusive apresenta uma demanda de refrigeração em escalas maiores, geralmente. Então, para este setor, acrescenta-se o uso de estratégias de termoacumulação, como bancos de gelo, Centrais de Água Gelada (CAGs) ou sistemas de pasta de gelo. Neste caso, é possível gerar e armazenar frio durante os horários em que a energia é mais barata, e utilizá-la durante os horários de ponta, mais custosa.

Em um segundo momento, pode-se considerar os setores de transportes e o industrial, uma vez que as partes envolvidas já teriam certo conhecimento sobre o funcionamento do mecanismo, e a estrutura que embasa o plano já estaria consolidada. Alguns ajustes e novos estudos poderiam avaliar possíveis ações padronizadas, e à medida que sejam executadas, seria possível criar oportunidade para projetos mais complexos, dispendiosos e de retorno no médio e longo prazos. O próprio PDef traz uma proposta de criação de um mercado de certificados brancos e leilões de eficiência energética, como uma expansão da prática de etiquetagem e certificação de equipamentos já consolidada, desta vez abrangendo produtos com grande potencial de economia de energia nos setores de saneamento, transporte de cargas e agropecuário.¹

Quanto a projetos no setor industrial, é desafiador, e muitas vezes mais custoso, executar projetos de EE com rendimentos a longo prazo. No entanto, à medida que as ações mais simples forem realizadas, naturalmente surge a necessidade de trabalhar estes aspectos mais complexos. Neste caso, seria interessante uma intervenção

governamental, fornecendo algum tipo de benefício a tais melhorias. Além disso, a estratégia italiana de definir um fator que traz ao presente os benefícios de longo prazo de um projeto de EE pode servir como base para um novo estudo, em que se analisa técnicas de medição e verificação mais favoráveis aos problemas tipicamente abordados no setor industrial brasileiro.

Por outro lado, no setor de transportes, pouco se pode fazer em termos de EE para combustíveis. Atualmente, trabalhos ligados à redução de emissões de poluentes têm sido mais comuns (SÁ et al., 2009). Contudo, a abordagem de veículos híbridos elétricos tem se tornado cada vez mais interessante. O Toyota Prius, um dos primeiros a ganhar o mercado brasileiro, é movido a eletricidade e um motor a combustão. As frenagens e desacelerações são reaproveitadas neste caso, permitindo uma relação de mais de 20 km/L de combustível em meio urbano, enquanto que os modelos a combustão interna costumam apresentar a metade deste rendimento.

Outro aspecto interessante está no uso de biocombustíveis. A viabilidade desta cultura permite reduzir o uso de fontes fósseis, mais dispendiosas, e que por vezes requerem importação. Por outro lado, trata-se de uma peculiaridade exclusiva do Brasil, o que influencia em um padrão próprio de peças e sistemas internos do veículo adaptados ao novo combustível.

Propostas como estas, se comparadas a um modelo convencional a combustão interna de gasolina ou diesel, por exemplo, permite avaliar economias de energia vantajosas. Todavia, nota-se que há diferenças que separam este setor dos demais, uma vez que o número de ações tende a ser menor, embora mais complexo, como abordado pelo modelo francês. Neste sentido, algum fator de correção pode ser estipulado para equiparar estes projetos aos demais, ou até mesmo pode-se criar um mercado anexo, apenas para montadoras e fornecedoras de tecnologias, por exemplo.

Um quesito importante está em não sobrepor benefícios aos projetos, uma lição aprendida pela Itália. O Brasil já está avançado no processo de substituição de lâmpadas incandescentes, então esta medida não deveria ser contemplada em um retrofit de uma edificação, por exemplo. Por outro lado, a substituição de aparelhos de ar condicionado pode estar entre as atividades estabelecidas.

As metas de eletricidade em cada etapa do plano podem ser definidas considerando o histórico de consumo por setor, assim como a comparação entre as metas de economia de energia por setor e o consumo nos países analisados. Na construção de modelos de avaliação que comparem diferentes países, é importante priorizar as semelhanças entre os consumos. Afinal, os países do hemisfério norte demandam mais aquecimento residencial que países tropicais, por exemplo.

Quanto ao princípio de funcionamento, propõe-se que o mecanismo brasileiro siga o mesmo fluxo geral dos dois países mencionados neste estudo. Quanto aos players envolvidos, são feitas algumas considerações: a autoridade nacional, responsável por definir regras e metas, em geral foi um órgão ministerial ligado ao meio ambiente, sendo um semelhante o Ministério de Minas e Energia.

Em relação às empresas de energia com obrigação de EE, é necessário definir em um primeiro momento se todas as empresas podem participar, ou apenas aquelas com um limite de usuários finais. Quanto às instituições que atuam na gestão, emissão e comércio dos certificados, assim como na parte de auditoria energética, observou-se que nos casos estudados foram criadas instituições para estas atividades. No entanto, como pontos de partida, pode-se considerar a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), dado seu poder fiscalizador e de polícia.

As ESCOs podem desempenhar um papel importante na execução de projetos de eficiência energética. Embora atualmente elas existam em um número muito pequeno, este mecanismo se apresenta como uma boa oportunidade de crescimento e ampliação de negócios. Estas empresas não necessariamente teriam metas a cumprir, uma vez que oferecem projetos de eficiência energética e conservação de energia para clientes ou estabelecem parcerias com outras empresas. Esses clientes sim, seriam as partes com obrigação.

Deste modo, as ESCOs podem existir na forma de startups e fomentar o desenvolvimento econômico e a geração de empregos. Diferente do caso italiano, que as colocam como partes voluntárias, no Brasil elas ajudam a impulsionar ações de eficiência energética, uma vez que são especialistas no assunto.

Inclusive, recentemente a ANEEL abriu uma consulta pública sobre o primeiro leilão de eficiência energética. Ele está destinado a atender Boa Vista/RR, e prevê a contratação de um Agente Redutor de Consumo (ARC) responsável por definir ações de economia de energia atendendo a um montante de economia definido previamente pela ANEEL (ABESCO, 2020).

As desenvolvedoras de inovações tecnológicas são um componente importante, que tende a atingir elevada lucratividade, e cuja ausência poderia aumentar severamente os custos dos projetos de EE. Diferentemente dos casos anteriores, tipicamente criadores de soluções inovadoras, o Brasil precisa priorizar a viabilização de mais desenvolvimento tecnológico nacional. Tendo isso em vista, iniciativas do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações podem contribuir muito para alavancar projetos de pesquisa e desenvolvimento aplicáveis ao contexto nacional.

Deve-se ter ideia que o Brasil não é um típico desenvolvedor de tecnologias mais eficientes, como a Itália, por exemplo. Porém, esta é uma boa oportunidade para desenvolver este mercado, uma vez que a importação de inovações como esta são custosas, e conferem maior risco ao retorno de um plano de CBs.

Inclusive, ações de incentivo à educação no exterior, como intercâmbios ou estágios em países com experiência em desenvolvimento de tecnologia e em mecanismos como o que é proposto neste trabalho, aproximam os profissionais brasileiros das novidades no exterior, e podem trazer as soluções aprendidas para a economia nacional.

Uma medida que já acontece no Brasil é a iniciativa por parte de algumas fornecedoras/distribuidoras de criar uma unidade ou setor destinado a trabalhar com EE. Como aconteceu na Itália, medidas como esta tendem a ganhar cada vez mais força com a criação de um mercado de CBs. Inclusive, este instrumento tem forte relação com o PEE, uma vez que este programa obriga as concessionárias de energia a investirem em ações de EE. Tais investimentos podem ser mais lucrativos se aliados a um mecanismo de CBs.

Vale ressaltar que o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações é um player importante nesse mecanismo uma vez que é o responsável por promover desenvolvimento tecnológico para o Brasil. Com isso, quando surge um mecanismo como o de certificados brancos que agrega valor a projetos de eficiência energética, os agentes envolvidos nesse mercado ganham importância também, e é fundamental que eles tenham consciência dessa nova oportunidade de negócio. A instituição que começaria o desencadear desse processo, no Brasil, seria justamente o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações.

O ponto-chave nesse debate é que não há desenvolvimento de tecnologia no campo energético sem envolver o setor que gera a energia, neste caso, o Ministério de Minas e Energia. Isso mostra que um mecanismo como o de CBs tende a ser muito promissor, mas é imprescindível que ambos ministérios estejam interligados e envolvidos na execução deste novo sistema.

Um aspecto interessante da legislação francesa é o incentivo a fontes renováveis de energia, veículos híbridos, e demais alternativas sustentáveis. O Brasil já conta com abundância de recursos naturais. Estima-se que o potencial fotovoltaico do Brasil é consideravelmente maior que o da Alemanha, que está entre as maiores capacidades fotovoltaicas instaladas do mundo (EPE, 2016), apesar de ainda não ser bem explorado.

Além disso, o litoral brasileiro conta com dois parques eólicos, um no Nordeste e outro no Sul do país. A matriz energética nacional é cerca de quatro vezes mais renovável que o mundo (EPE, 2019). Por outro lado, a matriz francesa é basicamente de origem nuclear, algo que explica a motivação em mudar as fontes utilizadas. Esta abordagem mais sustentável como ferramenta de obtenção de EE pode ser um caminho interessante para o Brasil, dado seu potencial.

Uma das linhas de ação do PNEf é justamente incentivar o emprego de energias renováveis criando mecanismos de premiação e incentivos fiscais às melhores empresas por setor por adoção de EE, e penalização àquelas que possuam baixo rendimento ou utilizem fontes não renováveis (MME, 2011). Considerando este contexto, é possível, inclusive, combinar o mecanismo de CBs com outros, de certificação verde³ ou créditos de carbono, por exemplo.

Outro aspecto importante está nas ações de conscientização das pessoas sobre o tema, algo que já é feito por meio do PROCEL Educação. Isto é importante por inserir gradativamente na cultura hábitos de consumo mais eficiente e sustentável.

Um ponto que pode ser resolvido com o mecanismo proposto aqui é o abastecimento energético de Roraima, que é feito em sua maioria por termelétricas venezuelanas (COSTA, 2015). Sabe-se que este é o único estado que não faz parte do Sistema Interligado Nacional (SIN), e que apenas existe uma ideia futura de interligar a capital deste estado a Manaus, que fica a uma distância muito maior do que do país vizinho, sem contar a questão da vegetação nativa, que é bastante densa.

O mercado de CBs proposto aqui permite que tecnologias solares, como a fotovoltaica, e de armazenamento, como bancos de baterias, se tornem mais competitivas, e possam reduzir parcial ou completamente a demanda energética da Venezuela. Além disso, problemas como as frequentes interrupções no fornecimento de energia poderiam diminuir com o armazenamento. Sabe-se que o desabastecimento é frequente, da ordem de dezenas de vezes por ano, e também prejudica a distribuição de água. Isto afeta hospitais, iluminação pública, entre outros serviços.

Outro caso interessante é o abastecimento de gás natural pela Bolívia, que também enfrenta uma crise política atualmente (BRUSCHI, 2019). Isto mostra que as tensões políticas que permeiam o continente sul-americano podem afetar o abastecimento do estado, expondo sua segurança energética.

Por fim, sendo o governo nacional o principal agente de fomento deste sistema, ele deve estar preparado para um alto investimento, com pouco retorno, uma vez que este vem através da circulação do mercado. Além disso, as empresas que fornecem e distribuem tecnologias podem ser as mais beneficiadas, mas para isso precisam se estabelecer no mercado.

5.0 - CONCLUSÕES

Foi feita uma proposta de plano de CBs para o Brasil, com base nas experiências italiana e francesa. A avaliação e comparação dos dois casos permitiu encontrar possíveis vantagens e oportunidades para possível implantação deste mecanismo no cenário nacional.

No entanto, algumas perguntas ficaram sem resposta: (1) Qual foi a redução de energia ou de demanda na ponta a nível nacional? (2) Quais são os custos de transação? (3) Quais são os riscos deste mercado? (4) O plano permite interação com outros países/regiões? (5) Quem define as regras do plano (metas, por exemplo), quais são os órgãos/instituições envolvidas? (6) O plano permite agregar projetos pelo lado da oferta (como por exemplo, geração distribuída, integração com políticas de certificação verde)?

³ Um certificado verde transforma a energia gerada por fontes renováveis em um produto, assim como os CBs, que pode ser comercializado em um mercado regularizado.

Seria interessante detalhar o estudo, abordando estes questionamentos. As perguntas não respondidas neste trabalho podem gerar novos esforços, junto às instituições responsáveis, por exemplo, visando oferecer mais informações sobre o mecanismo, e embasando novas sugestões para o caso nacional. Além disso, novos países podem ser avaliados, enriquecendo a proposta.

Por fim, no caso França, é importante realizar uma pesquisa mais aprofundada nos quesitos de eficácia das políticas e de evolução do número e do preço dos títulos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ABESCO. Empresas ganharão novo mercado com o primeiro Leilão de Eficiência Energética do País, diz Abesco, 2020. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/novidade/empresas-ganharao-novo-mercado-com-o-primeiro-leilao-de-eficiencia-energetica-do-pais-diz-abesco/>>.
- (2) ADEME. ADEME. [S.l: s.n.], 2020. Disponível em: <<https://www.ademe.fr/lademe/presentation-lademe>>.
- (3) AFSHARI, Afshin; FRIEDRICH, Luiz. A proposal to introduce tradable energy savings certificates in the emirate of Abu Dhabi. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 55, p. 1342–1351, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.086>>.
- (4) ARERA. Italian Regulatory Authority for Energy, Networks and Environment. Disponível em: <www.autorita.energia.it> [em inglês].
- (5) ATEE. Snapshot of Energy Efficiency Obligations schemes in Europe: main characteristics and main questions. Third European Workshop Meeting of the White Certificates Club, 2015. Disponível em: <http://atee.fr/sites/default/files/1-snapshot_of_energy_efficiency_obligations_schemes_in_europe_27-5-2015.pdf>.
- (6) BAUDRY, Paul; OSSO, Dominique. Energy Saving Certificates in France : a new frame for the second period (2011-2013) and afterwards To cite this version : Energy saving certificates in France : A new frame for the second period (2011 – 2013) and afterwards. 2019. Disponível em: <<https://hal-edf.archives-ouvertes.fr/hal-02154019/document>>.
- (7) BERTOLDI, Paolo; REZESSY, Silvia; LEES, Eoin; BAUDRY, Paul; JEANDEL, Alexandre; LABLANCA, Nicola. Energy supplier obligations and white certificate schemes : Comparative analysis of experiences in the European Union. *Energy Policy*, v. 38, n. 3, p. 1455–1469, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.027>>.
- (8) BEUCLER, Irene. White Certificate Schemes in Europe and its Applicability in Lebanon. *Undp Cedro*, n. 20, p. 1–12, 2016. Disponível em: <<http://www.cedro-undp.org/content/uploads/Publication/160504071203093~whitecertificates.pdf>>.
- (9) BNDES. BNDES Finem - Meio Ambiente - Eficiência Energética. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-finem-eficiencia-energetica>>. Acesso em: 11 dez 2019.
- (10) BRASIL. Lei No 10.295, de 17 de outubro de 2001. [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>. , 2001
- (11) BRUSCHI, Lorena. Governo considera criar sociedade para garantir abastecimento de gás natural. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/rss/-/asset_publisher/Hf4xlehM0lwrr/content/id/12080115>. Acesso em: 14 dez 2019.
- (12) CALILI, Rodrigo Flora. Políticas de Eficiência Energética no Brasil : uma abordagem em um Ambiente Econômico sob Incerteza. Tese de Doutorado. 2013. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/23849/23849.PDF>>.
- (13) CALILI, Rodrigo F. e colab. Estimating the cost savings and avoided CO2 emissions in Brazil by implementing energy efficient policies. *Energy Policy*, v. 67, p. 4–15, 1 Abr 2014. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513010252>>. Acesso em: 22 jan 2020.
- (14) CAMPANELLI, Massimiliano; FOLADORI, Paola; VACCARI, Mentore. Consumi elettrici ed efficienza energetica del trattamento delle acque reflue. [S.l: s.n.], 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=loyPAgAAQBAJ&pg=PA28&lpg=PA28&dq=titolo+di+efficienza+energetica+efficienza+tipo+V&source=bl&ots=QgxBdwKuOx&sig=ACfU3U1ujfGehRvqr_jrecac43MHvP4YBg&hl=pt-BR&sa=X&ved=2ahUKEwiVm8Ka47XmAhVQDrkGHWPgA2cQ6AEwAHoECAcQAQ#v=onepage&q=titolo+di+efficienza+energetica+efficienza+tipo+V&f=false>.
- (15) CPI - CLIMATE POLICY INITIATIVE. Panorama e desafios da eficiência energética no Brasil, 2018. Disponível em: <<https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/panorama-e-desafios-da-eficiencia-energetica-no-brasil/>>.
- (16) COSTA, Emily. Dependente de energia da Venezuela, Roraima já teve mais de 50 apagões em menos de 2 anos, diz Eletrobras. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rr/roraima/noticia/dependente-de-energia-da-venezuela-roraima-ja-teve-mais-de-50-apagoes-em-menos-de-2-anos-diz-eletobras.ghtml>>. Acesso em: 14 dez 2019.
- (17) DI SANTO, D.; BIELE, E. The Italian white certificates scheme. [S.l: s.n.]. Disponível em: <https://epatee.eu/system/tdf/epatee_case_study_italy_white_certificates_ok_0.pdf?file=1&type=node&id=76>. , 2017
- (18) EMMY. Le Registre National des Certificats d'Economies d'Energie. Disponível em: <<https://www.emmy.fr/public/registre>>. Acesso em: 15 dez 2019.

- (19) EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço energético nacional. 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-470/Relatório Síntese BEN 2019 Ano Base 2018.pdf>.
- (20) Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica / Mauricio Tiomno Tolmasquim (coord.). – EPE: Rio de Janeiro, 2016.
- (21) EUROPEAN COMMISSION. EU ETS: Development in Phases. Fact Sheet, n. July, 2005. Disponível em: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/factsheet_ets_en.pdf.
- (22) FRANÇA. Loi n° 2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique. [S.l.: s.n.], 2005. Disponível em: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000813253#LEGIARTI000024009065>.
- (23) FRANZÒ, Simone; FRATTINI, Federico; CAGNO, Enrico; TRIANNI, Andrea. A multi-stakeholder analysis of the economic efficiency of industrial energy efficiency policies: Empirical evidence from ten years of the Italian White Certificate Scheme. *Applied Energy*, v. 240, n. September 2018, p. 424–435, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.047>.
- (24) FRIEDRICH, Luiz; AFSHARI, Afshin. Framework for energy efficiency white certificates in the Emirate of Abu Dhabi. *Energy Procedia*, v. 75, p. 2589–2595, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.316>.
- (25) GIANNETTI, Daniel. Evaluation of Energy Efficiency policies in Italy. 1st European Peer Learning Workshop, 2017. Disponível em: https://epatee.eu/sites/default/files/gse_evaluation_of_energy_efficiency_policies_in_italy_epatee_20171026.pdf.
- (26) GME. GME. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.mercatoelettrico.org/En/Default.aspx>.
- (27) GSE. GSE. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.gse.it/>.
- (28) GSE. Rapporto Annuale sul meccanismo dei Certificati Bianchi. 2015. Disponível em: <https://www.camera.it/temiap/2016/02/17/OC177-1753.pdf>.
- (29) IEA. Data and Statistics. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=ITALY&fuel=Electricity and heat&indicator=Electricity final consumption by sector>. Acesso em: 10 dez 2019.
- (30) IORIO, Giulia; FEDERICI, Alessandro. Energy Efficiency trends and policies in Italy. n. November 2015, p. 1–51, 2018. Disponível em: <https://www.odyssee-mure.eu/publications/national-reports/energy-efficiency-italy.pdf>.
- (31) IPEEC. Analytical Report on Instruments for Energy Efficiency. G7 Hamburg Initiative for Sustainable Energy Security, 2016. Disponível em: https://ipeec.org/upload/publication_related_language/pdf/142.pdf.
- (32) MME. Plano Nacional de Eficiência Energética. Premissas e Diretrizes Básicas, p. 156, 2011. Disponível em: www.mme.gov.br.
- (33) PAUSADER, Marie. Article 7 implementation: French white certificate scheme. 2014. Disponível em: [https://www.ca-eed.eu/content/download/4224/file/3_Art.7 implementation - France.pdf/attachment](https://www.ca-eed.eu/content/download/4224/file/3_Art.7%20implementation-France.pdf/attachment).
- (34) PELA, Alberto. The Italian White Certificates Scheme - Cost of EEO scheme & cost recovery mechanism. 2016. Disponível em: [http://enspol.eu/sites/default/files/The Italian White Certificate Scheme%2C Alberto Pela – GSE.pdf](http://enspol.eu/sites/default/files/The%20Italian%20White%20Certificate%20Scheme%20Alberto%20Pela.pdf).
- (35) RICARDO ENERGY & ENVIRONMENT. Italian Energy Efficiency White Certificate Scheme. 2018. Disponível em: <https://es.catapult.org.uk/wp-content/uploads/2018/10/Italy-White-Certificate-Scheme-Case-Study-FINAL.pdf>.
- (36) ROSENOW, Jan; BAYER, Edith. Costs and benefits of Energy Efficiency Obligations: A review of European programmes. *Energy Policy*, v. 107, n. April, p. 53–62, 2017.
- (37) SÁ, Ricardo Almeida Barbosa de; MELO, Tadeu Cordeiro de; CARVALHO, Rogério Nascimento de; NEUMANN, Reiner; ZOTIN, Fátima Maria Zanon; CARDOSO, Mauri José Baldini. MANUTENÇÃO E COMBUSTÍVEL ADEQUADOS - GARANTIA DA DURABILIDADE DE EMISSÕES - PARTE 2 - NOVAS EVIDÊNCIAS. 2009. Disponível em: <https://www.cetem.gov.br/images/congressos/2011/CAC00630011.pdf>.
- (38) UFIP. UFIP, the French Union of Petroleum Industries. v. 33, n. August, p. 1–4, 2014.

DADOS BIOGRÁFICOS



Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7766124360752435> Pós-Graduação *latu sensu* em Ciências Atmosféricas para Engenheiros, Ambientalistas e Educadores pela Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2018) MBA em Finanças, Controladoria e Auditoria pela Fundação Getulio Vargas (2018) Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2017) Mestranda em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio) Professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro nos cursos de licenciatura e bacharelado em química, e farmácia Interesse nas seguintes áreas: energias renováveis, planejamento energético, eficiência energética, motores de combustão interna, transferência de calor, máquinas térmicas, redes neurais artificiais

(2)

RODRIGO

FLORA

CALILI

Rodrigo Flora Calili atualmente é professor adjunto do Programa de Pós-Graduação em Metrologia e do Mestrado Profissional de Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Tem Pós-doutorado em Metrologia pela PUC-Rio (2016) e é Doutor em Engenharia Elétrica pela PUC-Rio (2013) com ênfase em Sistemas de Energia, tendo feito um ano de doutorado sanduíche na França na École de Mines de Paris (2012), mestre em Engenharia Elétrica pela PUC-Rio (2006) com ênfase Métodos e Apoio à Decisão e graduado em Engenharia Elétrica pela UFJF (2003). Trabalhou e trabalha como consultor e pesquisador em diversos projetos de empresas setor elétrico.