

idp

idn

# MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA

---

**ANÁLISE DA REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE  
ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL: ESTIMAÇÃO DA  
DISTRIBUIÇÃO DO SUBSÍDIO**

**RODRIGO SANTANA**

Brasília-DF, 2021

**RODRIGO SANTANA**

## ANÁLISE DA REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL: ESTIMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO SUBSÍDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia, Políticas Públicas e Desenvolvimento do IDP (MPE-IDP), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Economia.

### **Orientador**

Professor Doutor Leonardo Monteiro Monasterio

Brasília-DF 2021

## **RODRIGO SANTANA**

# **ANÁLISE DA REGULAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL: ESTIMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO SUBSÍDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Economia, do Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovado em 08 / 09 / 2021

### **Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Leonardo Monteiro Monasterio - Orientador

---

Prof. Dr. Rogério Boueri Miranda

---

Profa. Dr. Halisson Rodrigues Ferreira Costa

---

S232a Santana, Rodrigo  
Análise da regulação da geração distribuída de energia elétrica no Brasil:  
estimação da distribuição do subsídio / Rodrigo Santana. – Brasília: IDP,  
2021.

51 p.: il. Color.  
Inclui bibliografia.

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação) – Instituto Brasileiro de  
Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa – IDP, Mestrado Profissional em  
Economia, Brasília, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Monteiro Monasterio.

1. Geração distribuída. 2. Subsídios regressivos. 3. Curva de Lorenz e de  
Concentração. 4. Índice de Kakwani. I. Título.

CDD: 341.3444

---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Ministro Moreira Alves  
Instituto Brasileiro de Ensino, Desenvolvimento e Pesquisa





---

## **AGRADECIMENTOS**

À Júlia e ao Pedro  
Deo Omnis Gloria



## RESUMO

O objetivo deste trabalho consiste em estimar o índice de distribuição do subsídio aplicado ao mercado de geração distribuída proveniente da alocação de custos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica - SCEE, de que trata a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica. A hipótese assumida é que a regra atual criou subsídios regressivos na medida em que o benefício é potencializado a grandes consumidores de maior poder aquisitivo. A partir da base de dados da ANEEL o estudo focou no Estado de Minas Gerais, dada a maior representatividade do mercado de geração distribuída no Brasil e pelo fato de tornar o problema computacional mais tratável, e nas unidades consumidoras de pessoas jurídicas participantes do SCEE. Uma vez quantificado o subsídio foi possível cruzar com os dados da RAIS 2019 em que se evidenciou subsídios mais elevados para as empresas de maior porte. Após isso, foi aplicado indicadores convencionais de desigualdade, obtendo a curva de Lorenz para a renda bruta das empresas antes e após o subsídio e as curvas de concentração. Como resultado, o estudo apresentou o índice de Kakwani em 0.42 comprovando a regressividade do subsídio, gerando uma ineficiência alocativa no setor que potencializa os efeitos distributivos regressivos.

**Palavras-chave: geração distribuída, subsídios regressivos, curva de Lorenz e de concentração, índice de Kakwani.**

## LISTA DE GRAFICOS

### **Grafico 1**

Balança comercial brasileira 2011-2018

.....16

### **Grafico 2**

Fluxograma Decisório Letec

.....25

### **Grafico 3**

Fluxograma decisório Lebit

.....32

### **Grafico 4**

Fluxograma decisório GMC 08/08

.....33

### **Grafico 5**

Fluxograma decisório Ex-tarifário

.....34

## LISTA DE FIGURAS

### **Figura 1**

Resumo de mecanismos de exceção tarifária

.....17

## LISTA DE TABELAS

### **Tabela 1**

Mecanismos de exceção vs. deferimento vs. pedidos

.....30

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	<b>13</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
3.1. Do tratamento dos dados.....	<b>25</b>
3.2. Do cálculo do subsídio.....	<b>26</b>
3.3. Da estimação da distribuição do subsídio.....	<b>27</b>
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
4.1. Do montante do subsídio.....	<b>30</b>
4.2. Da estimação da distribuição do subsídio.....	<b>32</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>39</b>
<b>7. APÊNDICE – Código da estimação do modelo em “R”</b> .....	<b>45</b>



## 1

## INTRODUÇÃO

O setor elétrico brasileiro tem passado por diversas transformações. O modelo tradicional da cadeia produtiva iniciando na geração centralizada de energia, passando pelos sistemas de transmissão, conectando na rede de distribuição para então chegar ao consumidor final tem sido contestado pelos chamados Recursos Energéticos Distribuídos – RED: geração distribuída, caracterizada pela geração de energia elétrica de forma descentralizada, armazenamento de energia, veículos elétricos, sistema de comunicação remoto, gerenciamento e resposta da demanda, entre outros que tem aumentado o poder de escolha e de decisão dos consumidores.

Especificamente sobre o mercado de geração distribuída, refere-se a consumidores que produzem sua própria energia localmente com equipamentos instalados, por exemplo, nos tetos de residência, comércio e indústria, ou remotamente, que dada a maior capacidade instalam os equipamentos em áreas geralmente mais distantes do local em que ocorrerá o consumo.

No Brasil, a regulação atual aplicada a esse segmento de mercado é o Sistema de Compensação de Energia Elétrica – SCEE, estabelecido por meio da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Ocorre que pela metodologia em vigor os consumidores que possuem geração distribuída, mesmo fazendo uso da rede de distribuição e de transmissão de energia, não pagam pelo usufruto da infraestrutura do sistema interligado. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, 2018). O que tem gerado uma série de distorções, dentre as quais a transferência de recursos de consumidores de menor poder aquisitivo para os de classe mais abastadas que aderem ao SCEE. (MINISTÉRIO DA ECONOMIA - ME, 2019). (TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO – TCU 2020).

Diante disso, surge o seguinte problema de pesquisa: o regimento em vigor que viabilizou o surgimento do mercado de geração distribuída no Brasil trouxe como efeito colateral subsídios progressivos, regressivos ou proporcionais? A resposta será obtida ao mensurar o índice de distribuição do subsídio, tendo como referência o

índice de Kakwani (1977 apud Castro e Bugarin, 2017) e Caetano e Monasterio (2014).

A hipótese assumida é que a regra atual criou subsídios regressivos, na medida em que beneficia os grandes consumidores. Potencializando uma transferência de renda indireta entre os de menor renda para os de maior poder aquisitivo.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho consiste em estimar o índice de distribuição do subsídio aplicado ao mercado de geração distribuída proveniente da alocação de custos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica – SCEE, constante da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica.

Foi utilizada a base de dados da ANEEL, apenas para pessoas jurídicas, e cruzamento de informações da RAIS 2019 focando no Estado de Minas Gerais por ser a Unidade Federativa de maior representatividade, cerca de 18% desse mercado no Brasil. Enquanto São Paulo e Rio Grande do Sul possuem pouco mais de 12%, a média dos demais Estados é abaixo de 2%. Ademais, selecionar Minas Gerais tornou a base de dados e o problema computacionalmente mais tratável.

Além da atualidade da pesquisa em questão, espera-se trazer um caráter complementar que busque inovar no estado da arte ao estimar a distribuição do benefício, uma vez que as discussões giram em torno de aspectos predominantemente qualitativos.

Os resultados serão úteis para o setor elétrico, na medida que trará elementos objetivos e base conceitual que possa subsidiar os tomadores de decisão na busca de aprimoramentos da metodologia a fim de gerar eficiência alocativa no setor e garantir o crescimento sustentável do mercado e em equilíbrio entre os agentes.

A próxima seção aborda o mercado de geração distribuída no Brasil, a revisão da literatura e a fundamentação teórica. Na terceira seção tem-se os dados e a metodologia de estimação da distribuição dos subsídios. Os resultados constam da quarta seção e, por fim, a conclusão.



## 2

## CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

No Brasil, a modernização do setor elétrico é uma das discussões mais relevantes nos últimos anos<sup>1</sup> que busca preparar o setor para as transformações vindouras (ENERGY REPORT, 2020). O assunto perpassa desde o redesenho dos leilões de contratação de energia, ampliação da abertura do mercado livre, alocação eficiente de custos e riscos, até discussões regulatórias para impulsionar novas tecnologias (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME, 2019).

De forma geral, o ponto em comum que se observa é a necessidade de trazer uma maior racionalidade econômica às políticas públicas e à regulação de forma a mitigar incentivos adversos que trazem desequilíbrios ao mercado e possibilitem a arbitragem de agentes econômicos.

Dentre os desequilíbrios observados, tem-se os subsídios tarifários que por si só geram ineficiência alocativa (PINDYCK; RUBINFELD, 2013), afetando a competitividade de ofertantes – geradores de energia – e de demandantes – consumidores de energia nas diversas classes: industriais, comerciais, residenciais, etc. – onerando a tarifa de grupos não beneficiários da política pública. Nesse sentido, tem ganhado relevância o debate sobre a redução da ineficiência dos subsídios visando um alinhamento de incentivos entre os ambientes de contratação de energia livre e regulado que em última instância levará a desoneração tarifária (MME, 2019).

No tocante aos subsídios tarifários para financiar políticas públicas, observa-se um crescimento acentuado nos últimos anos, passando de R\$ 15,9 Bilhões em 2017 para R\$ 23,9 Bilhões em 2021, representando um aumento médio de mais de 12,5% aa (ANEEL, 2017 e 2021).

---

<sup>1</sup> A Consulta Pública nº 33/2017 do Ministério de Minas e Energia consolidou diversos temas relacionados à modernização do Setor Elétrico, incorporados no Projeto de Lei nº 414, de 2021, (PLS 232/16) que busca aprimorar o modelo regulatório e comercial do setor elétrico com vistas à expansão do mercado livre, e no Projeto de Lei nº 1.917, de 2015, que dispõe sobre a portabilidade da conta de luz e a comercialização de energia elétrica.

Visando uma maior racionalização dos subsídios tarifários, a ANEEL e o MME iniciaram nos últimos anos estudos com intuito de criar uma trajetória de desoneração tarifária, baseado em critérios de eficiência alocativa, focado nos subsídios constantes da Conta de Desenvolvimento Energético - CDE<sup>2</sup>. Entretanto, há um subsídio cruzado implícito na tarifa de energia que o poder público não tem avançado e que tem trazido diversos incentivos adversos como se verá adiante.

Trata-se do Sistema de Compensação de Energia Elétrica aplicado a micro e minigeradores de energia regulamentado pela ANEEL por meio da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012. (ENERGY REPORT, 2019)

Apesar de certa controvérsia se seria um subsídio ou uma estrutura tarifária diferenciada, o fato é que tem ocorrido transferência de custos dos consumidores que possuem geração distribuída aos demais consumidores. Por esse motivo, entende-se tratar de subsídio cruzado implícito, pois a transferência de custos tem ocorrido via estrutura tarifária não estando explícito no rol dos subsídios do setor elétrico que constam da CDE (SILVA, 2019).

Por se tratar de um tema específico do setor elétrico, destaca-se algumas características da geração distribuída no Brasil. Engloba o universo de microgeração de energia elétrica – potência instalada menor ou igual a 75 kW – e de minigeração – potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW<sup>3</sup>. Trata-se de unidades consumidoras que produzem sua própria energia, proveniente de fontes renováveis, sendo a solar mais representativa com 97% do

---

<sup>2</sup> A busca de maior racionalização do uso da CDE, de que trata a Lei 10.438/02, foi também motivada pela Auditoria Operacional realizada com o objetivo de verificar a eficiência do custeio de políticas públicas com base em subsídios da conta de desenvolvimento energético que culminou com a publicação do Acórdão nº 2877/2019 - TCU.

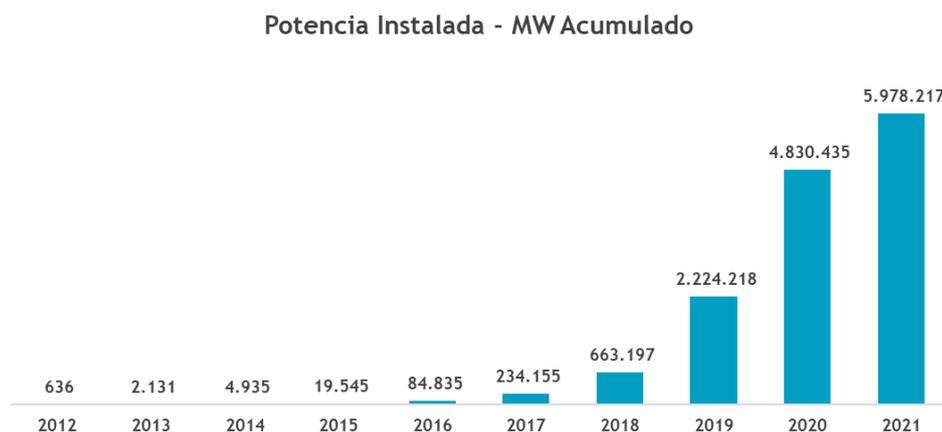
<sup>3</sup> Resolução Normativa nº 482/12 - Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras. Minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

mercado<sup>4</sup>, porém conectados à rede de distribuição obtendo os benefícios do sistema interligado nacional.

Atualmente há quatro tipos de modalidades: i) geração na própria unidade consumidora, denominada de consumo local; ii) auto consumo remoto, em que a geração ocorre em local distinto daquele em que a energia excedente será compensada; iii) geração compartilhada, semelhante a anterior, porém neste caso os consumidores podem ser representados em consórcio ou cooperativas; e iv) geração de múltiplas unidades consumidoras, em que estão localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas a do sistema de geração. Sendo a geração local responsável por 79% da potência instalada e o autoconsumo remoto cerca de 20%.

Apesar do normativo em vigor desde 2012, foi após as alterações promovidas no modelo do SCEE ocorridas em 2015 que o mercado começou a se desenvolver. Nota-se pelo Gráfico 1 que no ano de 2020 foram incorporados mais que o dobro da potência instalada acumulada de 2012 até 2019, correspondente a 2,6 GW. Já nos 5 primeiros meses de 2021 já foram instalados mais de 1,1 GW o que evidencia um considerável crescimento desse mercado.

**Gráfico 1** - Geração distribuída por modalidade – jun/2021



Mas quais seriam os motivos para esse crescimento acelerado deste mercado? Branker et all. (2011) pontua que a tecnologia

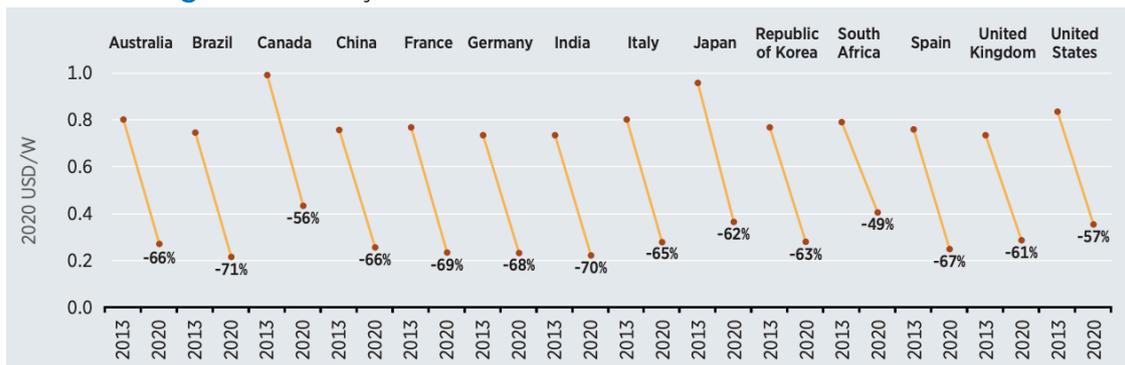
<sup>4</sup> Todas as referências disponíveis em: <<https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>> Acessado em 08/06/2021.

reduzindo custos e os incentivos governamentais são os principais fatores para o desenvolvimento do mercado de energia solar.

Em estudo publicado pela International Renewable Energy Agency (2020) a média do custo total de instalação de energia fotovoltaica em países representativos reduziu 81% entre 2010 e 2020. Ao mesmo tempo, houve uma melhora na eficiência dos equipamentos, passando de um fator de capacidade de 14% para 16,1%. Além disso, ao se avaliar o custo nivelado de energia, que é uma métrica de comparação de fontes de geração, a redução foi ainda mais expressiva em 85%.

Avaliando os principais itens de custo do sistema fotovoltaico, individualizados por 14 países selecionados, conforme Figura 1, evidencia-se que no Brasil a redução foi de 71% entre 2013 e 2020, sendo o país com queda de custo mais expressiva.

**Figura 1** – Redução de custo sistema fotovoltaico - 2013 a 2020



Fonte: reproduzido a partir do relatório [Renewable Power Generation Costs in 2020](#)

Associado a expressiva redução de custos, o segmento tem conseguido também se beneficiar de isenções tributárias. No âmbito federal foi zerada a alíquota de importação de equipamentos e em diversas Unidades Federativas há isenção da incidência do ICMS. Além disso, no projeto de lei 5.829/2019, que tramita no Congresso Nacional, prevê um gama de novos benefícios que se somam a uma tentativa de perpetuidade do subsídio ao segmento.

De fato, a atratividade econômica é um dos principais motivos que tem impulsionado o crescimento do setor (MME, 2019). Porém, o modelo atual tem gerado distorções na alocação de custos que, segundo a ANEEL (2018), justificariam a nova intervenção regulatória, visando agora mitigar a transferência de recursos dos demais consumidores em benefício daqueles que possuem o sistema de micro e minigeração distribuída.

Ocorre que em função da predominância da energia fotovoltaica, na ausência do sol não há produção de energia e o consumidor faz uso do sistema elétrico imputando custos à rede de acordo com sua carga e perfil de consumo, uma vez que não se desconectou do sistema interligado e nem fez uso de baterias para a garantia do seu suprimento.

O problema reside no Sistema de Compensação e na aplicação de tarifa volumétrica para os beneficiários de micro e mineração. Independente do momento em que a energia é gerada e consumida, se simultaneamente ou não à geração, o sistema de compensação abate da energia consumida o volume total de energia injetada na rede de distribuição, sendo o faturamento incidindo na parcela positiva resultante desse balanço. Caso o montante gerado seja equivalente ao montante consumido, por exemplo, o consumidor fica isento de pagar a tarifa – com exceção do custo de disponibilidade –, mesmo que tenha usado a rede durante a intermitência da fonte ou em momentos de manutenção do sistema. (ANEEL, 2018).

Ora, mesmo assumindo que o consumidor injetou a energia na rede em momentos que não esteja consumindo, há que se verificar se o fato de ser fazer uso da rede de distribuição como uma espécie de bateria, esta deveria ser remunerada. Nota-se que a intermitência na geração que é uma característica da fonte solar somada a necessidade da rede estar dimensionada para absorver a potência a ser injetada traz desafios para a gestão da rede de distribuição que requererá investimentos (DANTAS, POMPERMAYER, 2018).

Aqui abre-se um amplo campo de discussões mais técnicas em se avaliar os custos e benefícios trazidos pelo sistema de geração distribuída. Por exemplo, se o fluxo reverso ao injetar energia na rede traz estabilidade ao sistema ou aumenta a tensão da rede. Eleva as perdas técnicas de energia ou trazem benefícios que evitam a ocorrência de perdas. Se postergam investimentos ou se será necessário investimentos adicionais na rede de distribuição para atender a carga em momento de não geração ou ao receber o fluxo reverso, notadamente em áreas mais distantes do centro da carga, entre outros aspectos.

O trabalho de Saidel e David (2017) lista uma série de benefícios advindos desse mercado, como, por exemplo, uso de fontes renováveis, empoderamento do consumidor, redução de perdas no sistema,

postergação de investimentos em transmissão e geração centralizada, diversificação da matriz energética, entre outros.

Por sua vez, no estudo desenvolvido por Giacobbo (2018) questiona o papel estratégico da geração distribuída e apresenta impactos que podem gerar desequilíbrio no setor elétrico, destacando a perda de receita das distribuidoras frente aos investimentos realizados, que podem comprometer o equilíbrio econômico-financeiro do segmento e como consequência a modicidade tarifária. Do ponto de vista técnico, destaca potenciais problemas operacionais causados pela introdução na rede de fluxos bidirecionais, exigindo controle de tensão e de corrente que exigirão ainda mais investimento nas redes de distribuição.

Já o trabalho de Moreno (2015) situa nos desafios do regulador devido a insuficiências do marco regulamentar que vão além do modelo de geração distribuída. Ressalta a necessidade da segregação dos papéis da distribuidora em prestadora de serviço e fornecedora de energia elétrica; destacando a necessidade de modernizar a estrutura tarifária com sinais mais dinâmicos e locais e de integrar novas tecnologias de redes inteligentes conjugadas à micro e minigeração.

Em recente estudo publicado pelo Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEE (GUERRERO et. al., 2020) evidencia-se que o uso de recursos energéticos distribuídos, como é o caso da geração distribuída, exigirá cada vez mais uma operação mais flexível e eficiente do operador de rede de distribuição o que requererá o emprego de novas tecnologias e, como consequência, de novos investimentos.

A despeito da relativa controvérsia técnica entre os custos e benefícios do modelo dos recursos energéticos distribuídos, como a geração distribuída, atualmente há um descasamento entre a avaliação técnica com os aspectos econômicos envolvidos.

Como se observa no levantamento da ANEEL, os dados apresentados em audiência pública no ano de 2019 mostram que até 2035 o volume projetado de subsídios cruzados implícitos estaria na ordem de R\$ 55 bilhões. Já em estudo mais recente apresentado em 2021 por conceituadas consultorias do setor elétrico, estimou o subsídio em torno R\$ 134 bilhões (VPL considerando perpetuidade) caso a norma vigente não seja adequada (PSR; SIGLASUL. 2021). No trabalho de Vieira (2021) que avaliou o impacto sobre as tarifas residenciais,

estima-se que em 2025 as tarifas sofrerão um aumento em mais de 8% apenas para suportar o subsídio do SCEE.

Além disso, outros efeitos colaterais têm surgido e que não foram devidamente mapeados quando da criação do Sistema de Compensação. Nota-se que em virtude do sinal dado na regulamentação, o volume de geração solar centralizada que tem entrado em operação tem ficado aquém dos empreendimentos em geração distribuída, notadamente pelo retorno dos investimentos, que, segundo a Agência, apresenta Taxa Interna de Retorno - TIR real da ordem de 16%. (ANEEL, 2018). Em 2020, enquanto entrou em operação 788 MW de geração solar centralizada, a micro e minigeração distribuída atingiu 2.606 MW, correspondendo mais de três vezes superior àquela. Por outro lado, em termos de preço, sem considerar custos de transporte de energia, a solar centralizada chega a ser mais de 6 vezes menor que a proveniente da geração distribuída, causando distorção de preços no mercado regulado e uma alocação ineficiente de recursos (ME, 2019).

Ocorre que uma das principais distorções que a geração distribuída tem ocasionado é a denominada espiral da morte, que segundo Burger e Luke (2016), do ponto de vista das concessionárias, a introdução dos Recursos Energéticos Distribuídos, dada as características disruptivas, tem potencial de ameaçar a viabilidade financeira do setor. Como dito anteriormente, um dos desequilíbrios no mercado decorre do fato de que o atual desenho do Sistema de Compensação permite abater toda a produção de energia do montante total que foi consumido valorado pela mesma tarifa, independente da simultaneidade ou não entre produção e consumo.

A espiral da morte acontece, pois, quanto mais empreendimentos surgem de geração distribuída, mais consumidores deixam de remunerar o sistema elétrico. Com isso, há uma redução do mercado no ambiente regulado e, como consequência, as tarifas se elevam. (SIMONE, 2019). Efeito que retroalimenta o sistema de micro e minigeração tornando-o ainda mais rentável, alterando o custo de oportunidade de se manter um consumidor convencional (ME, 2019).

Ademais, conforme levantamento feito pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC, 2021) as instalações de sistemas fotovoltaicos concentram nas regiões de maior poder aquisitivo dos três grandes centros urbanos mapeados (São Paulo, Rio de Janeiro e

Belo Horizonte). Corroborando com o estudo do Ministério da Economia (2019) de que os consumidores mais abastados são os que aderem ao Sistema de Compensação. No limite, apenas os consumidores de menor renda estariam pagando os custos para sustentar o sistema elétrico. Trata-se de uma ineficiência alocativa de custos com efeitos distributivos regressivo (TCU, 2020).

Efeito que pode inclusive contribuir negativamente para o processo de abertura do mercado livre para os consumidores da baixa tensão, previsto para ocorrer a partir do ano de 2024, conforme Portaria do MME nº 465, de 12 de dezembro de 2019, além de trazer riscos a sobrecontratação de energia no mercado regulado (MME, 2019) e da necessidade de despachar usinas termelétricas poluentes que possuem a característica de maior flexibilidade e de garantir a confiabilidade do sistema.

De forma geral, tem se observado sinais não adequados no mercado causado pela ineficiência alocativa da intervenção regulatória em vigor. O tomador de decisão deve prever como sua escolha irá afetar o bem-estar social não só no presente, como também no futuro. Esta deve gerar uma alocação superior àquela decorrente do mercado. Para isso, deve-se ater não só aos efeitos imediatos da decisão, como também aos efeitos colaterais ou não intencionais das políticas públicas denominado na literatura contemporânea como falhas de governo (STIGLITZ; ROSENGARD; 2015).

Em outras palavras, não é só pelo fato de haver falhas de mercado que o estado deve intervir. A falha deve ser de tal magnitude que justifique a intervenção pretendida. Isso porque os agentes econômicos reagem a incentivos, notadamente pelo fato de que nas relações econômicas o jogo é sequencial (FIANI, 2015) e a depender da intervenção, esta pode ser mais prejudicial do que benéfica gerando efeitos não só no curto prazo como também no longo prazo.

Assim, ao desenhar a solução governamental deve-se ater a possíveis efeitos não intencionais que venham a gerar *misallocation*, ou seja, a ineficácia na alocação dos fatores de produção na economia (RESTUCCIA, ROGERSON, 2017 apud ME, 2020). De fato, em estudo elaborado pelo Ministério da Economia (2020) argumenta que a má alocação de recursos afeta a produtividade da economia comprometendo o desenvolvimento econômico e social do país. Trata-se, portanto, de interferências na alocação de mercado que drenam

recursos de sistemas mais eficientes para sistemas menos eficientes que pode ser verificado tanto em políticas macroeconômicas como microeconômicas aqui tratadas.

Por tal motivo, resta claro a tentativa do regulador em 2019<sup>5</sup>, pautado na teoria política positiva da regulação (MUELLER, 2001), em buscar readequar o modelo em vigor. A proposta regulatória baseou-se em três vertentes principais: melhorar a eficiência alocativa de custos, evitar transferência de custos entre consumidores e garantir o crescimento sustentável e equilibrado do mercado de geração distribuída no Brasil. Aprimoramentos que ainda não ocorreram.

Ademais, em relatório emitido pela área técnica do TCU, o entendimento é que a modelagem econômica da geração distribuída não atende aos ditames legais, determinando à ANEEL a retirada dos subsídios em vigor (TCU, 2020)<sup>6</sup>.

Seguindo esse entendimento, a Corte de Contas emitiu o Acórdão nº 3.063/2020 determinando à ANEEL o estabelecimento de ações para a solução dos aspectos econômicos que tem gerado a diferenciação de tratamento entre consumidores com e sem geração distribuída. Além disso, recomendou ao MME o estabelecimento de política pública que substitua o Sistema de Compensação de Energia Elétrica.

De fato, ao observar a experiência internacional Raskin (2013) pontua que o Sistema de Compensação carrega em si uma dificuldade de mudança de regra, uma vez que os beneficiários do modelo regulatório identificam um caráter de perpetuidade do subsídio que seria a razão para realizar os investimentos em geração distribuída.

Ocorre que os problemas de ordem econômica causados pelo Sistema de Compensação tornam-se insustentáveis e resultam, de forma geral, na necessidade de readequação do modelo regulatório. Como ocorreu em outros países, torna-se fundamental o aprimoramento do marco legal que sustenta as diretrizes políticas e a regulação afetas à geração distribuída visando garantir a atratividade de investimentos *vis a vis* assegurar receitas para as operadoras de rede

---

<sup>5</sup> Audiência Pública nº 001/2019: Análise de Impacto Regulatório - AIR sobre o aprimoramento das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/audiencias-publicas-antigas>>.

<sup>6</sup> Relatório da Secretaria de Fiscalização de Infraestrutura de Energia Elétrica – SeinfraEnergia, de 10 de abril de 2020 - TC 037.642/2019-7.

com adequada alocação de custos entre todos os consumidores (ANEEL, 2018).

A intervenção regulatória, apesar de ter impulsionado o mercado de geração distribuída no Brasil, trouxe uma série de efeitos colaterais não intencionais, como apresentado. Nesse sentido, como contribuição ao estado da arte pretende-se estimar a progressividade, regressividade ou proporcionalidade proveniente da alocação de custos da geração distribuída.

Índices de progressividade são bastante utilizados na literatura para avaliação da estrutura tributária de um país. Em um sistema tributário em que os impostos aumentam de forma proporcional à renda é considerando proporcional. Porém, se a carga tributária se eleva mais que proporcionalmente à renda então é progressivo e se eleva menos que a proporção da renda então é regressivo.

No trabalho de Paes e Bugarin (2006) ficou evidenciado a progressividade dos impostos diretos no Brasil, enquanto, especificamente sobre o IRPF, Castro e Bugarin (2017) concluíram que o Brasil, dentre os países comparados, é o segundo com maior progressividade, quando se utiliza os índices de Kakwani e Suits. Mas concluem que esse efeito contribui para reduzir a regressividade da tributação indireta conforme Payeras (2010).

Por sua vez, Caetano e Monasterio (2014) avaliaram o impacto do Regime Geral de Previdência Social na distribuição de renda regional. Aplicando ferramental econométrico e índices de progressividade concluíram pelo efeito distributivo regional de renda da previdência.

Nesse sentido, dado que o subsídio também é uma ferramenta de intervenção governamental no mercado, estimou-se índices de distribuição do subsídio a fim de caracterizar o efeito na renda de pessoas jurídicas do Sistema de Compensação de Energia Elétrica aplicado no segmento de geração distribuída.



3



## 3

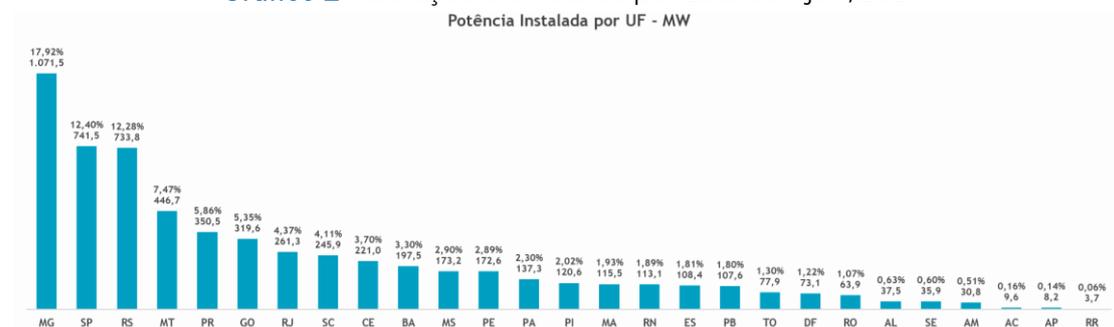
## METODOLOGIA

## 3.1 DO TRATAMENTO DOS DADOS

Para estimar a distribuição do subsídio foi considerado a base de dados primária da ANEEL, no tocante ao segmento de geração distribuída, considerando os dados já consolidados de 2012 até junho de 2020.

O estudo focou nos dados de Minas Gerais, conforme já foi dito, que é o estado de maior representatividade do mercado de geração distribuída no Brasil, correspondendo a quase 18% do total da potência instalada<sup>7</sup>, conforme Gráfico 2. Além de tornar o problema computacional mais tratável, dada as características econômicas e sociais da região, entende-se como uma boa *proxy* relativa para a representatividade brasileira.

Gráfico 2 - Geração distribuída por Estado – jun/2021



Fonte: elaboração própria a partir de dados da Aneel

Para a seleção das empresas beneficiadas, foi utilizado os dados disponíveis da RAIS 2019. A partir da população de mais de 340mil empresas, iniciou-se o tratamento dos dados. O primeiro filtro foi cruzar a base de dados da ANEEL com os dados da RAIS 2019 o que resultou no total de 6.307 empresas com geração distribuída.

Após isso, foi excluído os CNPJ's cadastrados na base de dados da ANEEL como Poder Público, Serviço Público e Iluminação Pública.

<sup>7</sup> Disponível em: [http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD\\_Estadual.asp](http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Estadual.asp). Acesso em jun. 2021.

Ademais, excluiu-se ainda as empresas com geração na própria unidade consumidora que esteja conectada na Alta Tensão. Por fim, não foram consideradas as empresas que não registraram a massa salarial na RAIS, chegando a uma população de 5.975 empresas.

### 3.2 DO CÁLCULO DO SUBSÍDIO

O montante do subsídio foi calculado utilizando a metodologia empregada pela ANEEL nos estudos técnicos que embasaram o Relatório de Análise de Impacto Regulatório - AIR objeto da Audiência Pública nº 001/2019<sup>8</sup>. As seguintes premissas foram consideradas para a quantificação dos subsídios: i) valoração de toda energia gerada – parcela injetada na rede e consumo simultâneo<sup>9</sup>; ii) toda potência gerada é proveniente de fonte solar fotovoltaica<sup>10</sup>; iii) taxa média de desempenho do sistema fotovoltaico em 80%<sup>11</sup>; iv) taxa média de irradiação solar por dia de 5,38 kw/m<sup>2</sup>/dia<sup>12</sup>; v) tarifa praticada pela distribuidora de energia elétrica CEMIG no ano de 2020, excluindo a componente de energia da tarifa de fornecimento.

A equação para o cálculo do montante do subsídio foi a seguinte:

$$\sum_{UC\ i}^{UC\ n} S = (\alpha\ Pi * \beta * 365) * Tarifa$$

Onde:

$$\sum_{UC\ i}^{UC\ n} S = Total\ do\ Subsídio\ da\ Unidade\ Consumidora\ i\ até\ n\ (apenas\ empresas);$$

$$\alpha\ Pi = Potência\ Efetiva\ (potência\ real * taxa\ de\ desempenho)$$

<sup>8</sup> Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/audiencias-publicas-antigas>.

<sup>9</sup> Segundo o AIR da ANEEL “entre 90% a 95% desses custos incidem sobre os demais consumidores da rede, e o percentual restante se traduz em queda de receita das distribuidoras”. Como essa queda de receita é recuperada na revisão tarifária seguinte, via subsídio cruzado, elevando as tarifas dos demais consumidores, optou-se por considerar o consumo simultâneo na valoração do subsídio.

<sup>10</sup> No caso de Minas Gerais, no período analisado, temos: UFV 92,2%; CGH 5,1%; UTE 2,7%.

<sup>11</sup> Nem toda a potência significa que foi gerada. Assume-se o mesmo percentual de desempenho do AIR da ANEEL.

<sup>12</sup> Valor médio de irradiação solar do Estado de Minas Gerais, conforme AIR da ANEEL.

$\beta = \text{Taxa média de irradiação por dia}$

$\text{Tarifa} = \text{Tarifa de Fornecimento} - \text{Energia da Tarifa de Energia}$

### 3.3 DA ESTIMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO SUBSÍDIO

Para avaliação da progressividade, regressividade ou proporcionalidade de um tributo ou subsídio é comumente utilizado ferramental de avaliação de equidade, como, por exemplo, índice de Gini, índice de concentração e curva de Lorenz. Baseando-se nos trabalhos de Caetano e Monasterio (2014), que quantificaram a progressividade da política do Regime Geral de Previdência Social, e de Castro e Bugarin (2017), que avaliaram a progressividade do Imposto de Renda da Pessoa Física no Brasil, busca-se quantificar o efeito dos subsídios do SCEE, tendo como referência o porte das empresas.

Por meio do sistema computacional “R”, ver Apêndice, foi obtida a curva de Lorenz antes e após o subsídio, de forma a mensurar os efeitos entre as empresas receptoras dos benefícios.

Após isso, como salientado por Caetano e Monasterio (2014), as unidades ordenadas na curva de Lorenz antes e após os subsídios não necessariamente são as mesmas. Essa limitação da metodologia pode prejudicar a análise uma vez que pode levar a comparação de diferentes unidades plotadas no gráfico. Fez-se necessário, portanto, encontrar a curva de concentração para os subsídios e compará-la com a curva de Lorenz após o recebimento do benefício.

Após esse tratamento, foi então estimado o índice de Kakwani (1977, apud Castro e Bugarin, 2017). A partir da separação entre a curva de Lorenz e a curva de concentração foi possível avaliar a desproporcionalidade da tributação em relação à renda bruta e os efeitos de progressividade, regressividade e proporcionalidade.

De forma análoga, neste trabalho foi calculado o índice de Kakwani. Porém, ao invés de se verificar o efeito da tributação, buscou-se o efeito do subsídio, no qual o resultado é o inverso do primeiro, o que requereu multiplicar por -1 a modelagem inicial de Kakwani, como a seguir:

$$\pi^k = G_r - C_s$$

Onde:

$\pi^k$  = Índice de Kakwani;

$C_S$  = Coeficiente de Concentração do Subsídio

$G_r$  = Coeficiente de Gini associado à curva de Lorenz da renda bruta

Sendo:

$\pi^k > 0$  o subsídio é regressivo

$\pi^k < 0$  o subsídio é progressivo

$\pi^k = 0$  o subsídio é proporcional

Em relação à variável renda bruta, foi considerada como proxy a massa salarial das empresas do estado de Minas Gerais disponível na RAIS 2019, conforme explanado anteriormente. Por simplificação, esse dado foi utilizado para a definição do porte da empresa de forma a verificar os efeitos da incidência do subsídio do SCEE no mercado de geração distribuída. Assim, considerando o montante do subsídio recebido e a remuneração foi possível obter os índices individuais por empresa para elaboração das curvas de Lorenz e de concentração a serem apresentadas na seção seguinte.



4

## 4

## RESULTADOS

## 4.1 DO MONTANTE DO SUBSÍDIO

O acesso ao mercado de micro e minigeração distribuída está disponível a todas as classes de consumidores da baixa tensão: industrial, comercial, residencial, rural, serviço público, poder público e iluminação pública. Para o presente estudo foram excluídos da população analisada as três últimas classes de consumidores, para não enviesar os dados, uma vez se tratar de setor público. Além disso, foram excluídas pessoas físicas da análise, considerando, portanto, apenas empresas.

A partir de então foi realizada uma estratificação pelo porte do volume da folha salarial anual das empresas, conforme dados disponibilizados na RAIS, evidenciados na Tabela abaixo.

**Tabela 1** - Subsídios empresas com Geração Distribuída – Estado de Minas Gerais - Jun/20

Folha_Salarial (R\$)	UC_Micro_MinigD (Un)	UC_Credora (Un)	Potência (kW)	Energia (MWh)	Subsídio TOTAL (R\$)	Subsídio Médio Anual (R\$)
> 50 MM	6	419	5266,4	8.269	R\$ 3.771.018,93	R\$ 628.503,16
> 10 MM < 50 MM	26	267	8331,14	13.081	R\$ 5.965.533,70	R\$ 229.443,60
> 5 MM < 10 MM	32	70	4009,92	6.296	R\$ 2.871.313,28	R\$ 89.728,54
> 3 MM < 5 MM	46	139	3035,62	4.766	R\$ 2.173.663,32	R\$ 47.253,55
> 1 MM < 3 MM	295	731	15412,66	24.199	R\$ 11.036.273,86	R\$ 37.411,10
> 0,5MM < 1 MM	528	1030	22114,78	34.722	R\$ 15.835.343,71	R\$ 29.991,18

> 300Mil < 0,5MM	656	1299	22909,31	35.970	R\$ 16.404.268,91	R\$ 25.006,51
> 100Mil < 300Mil	1887	3670	46672,39	73.280	R\$ 33.419.881,96	R\$ 17.710,59
< 100Mil	1690	3612	30583,01	48.018	R\$ 21.899.041,04	R\$ 12.958,01
<b>Total</b>	<b>5.099</b>	<b>11.237</b>	<b>158.335</b>	<b>248.600</b>	<b>R\$ 113.376.338,71</b>	<b>R\$ 22.235,01</b>

Em cada faixa de folha salarial, observou-se que uma mesma empresa possuía mais de uma unidade com micro e minigeração distribuída. Nesse caso, foi considerado como se uma única empresa fosse. Porém, houve casos em que uma mesma empresa tinha unidades em mais de uma faixa de estratificação. Nessa situação não foi realizada a aglutinação. Também não foi avaliada a cadeia societária das empresas. Ou seja, pode ocorrer casos em que várias empresas pertencem a um mesmo controlador o que tornou a presente avaliação mais conservadora.

Além disso, foi ainda excluído do cálculo as empresas que possuem minigeração distribuída em unidade consumidora local que esteja conectada na Alta Tensão, tendo em vista que a modalidade de geração distribuída beneficiária do sistema de compensação é o localizado na Baixa Tensão de fornecimento de energia elétrica, conforme previsto na regulamentação.

Em relação a unidades consumidoras que recebem créditos, em regra, quanto maior o porte da empresa esta possui mais unidades consumidoras vinculadas ao mesmo proprietário que são beneficiadas com o subsídio. Na média, para cada unidade com o sistema de geração distribuída há 2,2 unidades credoras. Isso se justifica pelo fato de que nas modalidades denominadas de autoconsumo remoto o subsídio pode ser aplicado em várias unidades desde que seja na mesma pessoa jurídica incluindo matriz e filial.

O montante de subsídio obtido corresponde a mais de R\$ 113 Milhões no Estado de Minas Gerais (data base junho 2020). O valor médio anual de subsídio recebido pelas empresas para cada faixa de folha salarial resultou entre R\$ 12,9 mil até R\$ 628 mil. Sendo que para

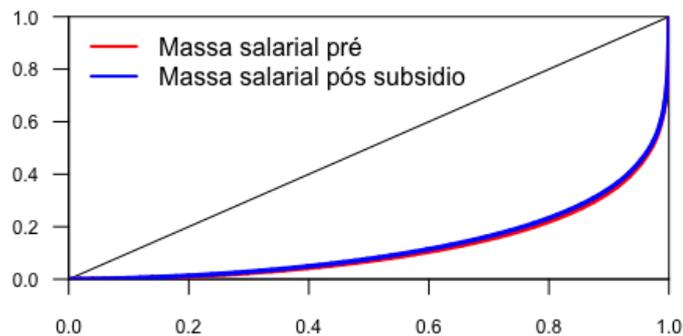
as empresas de maior porte o montante de subsídio é mais elevado o que já indica um certo grau de regressividade do modelo.

## 4.2 DA ESTIMAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO SUBSÍDIO

A partir do subsídio quantificado na seção anterior, este foi então ponderado pela respectiva renda bruta de cada empresa, tendo como proxy a massa salarial, a partir do qual foram estimadas as curvas de Lorenz e de concentração.

O Gráfico 3 apresenta a curva de Lorenz para a renda bruta das empresas beneficiadas antes e após o recebimento dos subsídios. Nota-se que as curvas são praticamente coincidentes. O índice de Gini encontrado para a renda bruta foi de 0.75 e de 0.74, respectivamente, antes e depois do recebimento do benefício.

**Gráfico 3** - Curva de Lorenz para a renda bruta antes e após o subsídio – Jun/2020



Gini da massa salarial pré e pós subsídio

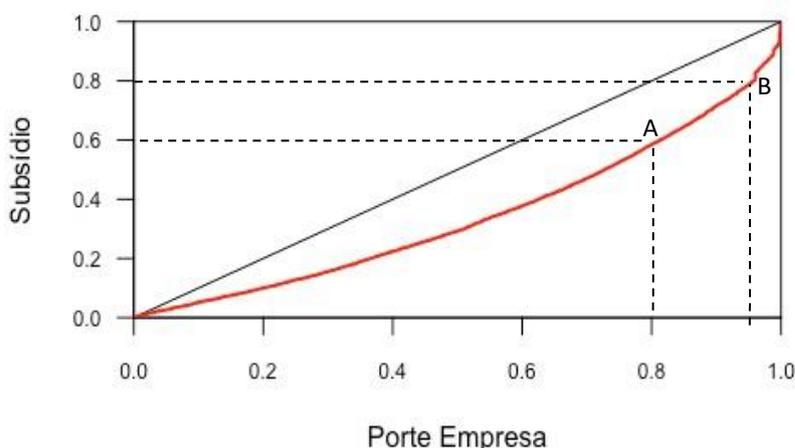
Uma avaliação preliminar poderia levar ao entendimento de que o subsídio tem contribuído para redução da concentração entre as empresas beneficiadas, dada, ainda que relativamente baixa, a variação em -0.01 pontos no índice de Gini. Ocorre que há uma possível relação de crescimento marginal decrescente entre a proporção do comprometimento da renda bruta da empresa com o crescimento dos gastos com consumo de energia elétrica. Ou seja, pode até haver uma relação direta entre o porte da empresa e o consumo de energia, porém, não proporcional, pois a mediada que a receita aumenta o custo com a energia, que é subsidiado pelo SCEE, não se eleva na mesma proporção. O que dá indícios de que a política poderia ser focalizada, tendo o faturamento da empresa e o nível de consumo como referência e não critérios meramente técnicos do setor elétrico. O subsídio seria mais eficaz, olhando apenas o universo beneficiário, se tivesse como

foco as empresas menores que tendem a ter um maior comprometimento da receita com os custos de energia elétrica.

Como passo seguinte, foi estimada a curva de concentração dos subsídios, uma vez que as unidades ordenadas na curva de Lorenz antes e após os subsídios não necessariamente são as mesmas, como salientado por Caetano e Monasterio (2014).

Castro e Bugarin (2017) destacam que a curva de concentração busca avaliar duas variáveis, em que a variável de ordenação não coincide com a variável de distribuição. No caso de coincidência das duas variáveis, está-se diante de um caso particular da curva de concentração em que coincide com a curva de Lorenz – reta de 45° – que não foi o resultado obtido.

**Gráfico 4** - Curva de Concentração do subsídio – Jun/2020



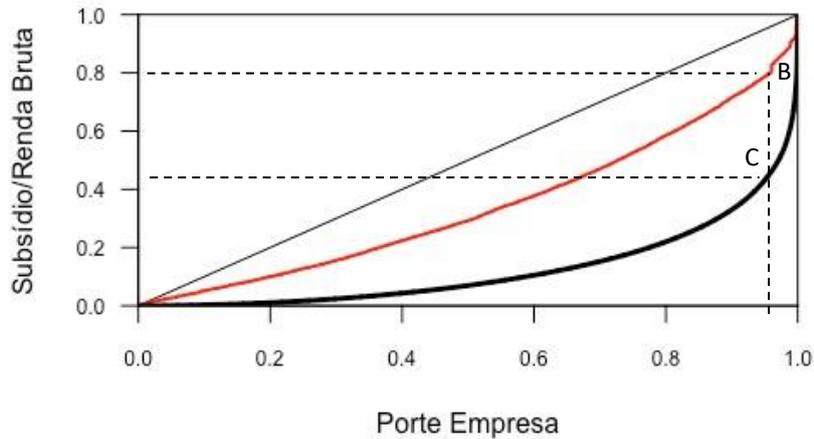
Pela curva de concentração do gráfico 4, nota-se que quanto maior o porte da empresa, maior o subsídio recebido. A título de exemplo, enquanto no ponto A tem-se que as 20% empresas restantes detém 40% do subsídio, as 5% restantes detém 20% do subsídio.

A última etapa consistiu no cálculo do índice de Kakwani, a partir da separação entre a curva de Lorenz e a curva de concentração.

O Gráfico 5 apresenta a curva de concentração do subsídio ordenado por empresa após o recebimento do benefício – curva vermelha, bem como a curva de Lorenz para a renda bruta também após o subsídio – curva preta. A partir dos coeficientes das curvas foi possível obter o índice de Kakwani em 0.42 (0.74 - 0.32) o que indica a regressividade do subsídio. Ou seja, a concentração da renda bruta das empresas após os subsídios é maior do que a concentração dos

subsídios. Nota-se que as 5% empresas restantes, que recebem 20% dos subsídios, correspondem a quase 60% da renda das empresas avaliadas.

**Gráfico 5** - Curva de Lorenz para a renda bruta após o subsídio e curva de concentração dos subsídios – Jun/2020



Em suma, os resultados evidenciam a hipótese assumida de que o modelo econômico atual empregado no mercado de geração distribuída de energia elétrica tem beneficiado os grandes consumidores, no caso analisado as maiores empresas, seja em detrimento dos consumidores que não possuem a geração distribuída, seja entre os que já fazem parte do sistema de compensação de energia elétrica.

Conclui-se, portanto, pela regressividade dos subsídios do Sistema de Compensação de Energia Elétrica aplicados ao mercado de geração distribuída, na medida que o subsídio é mais elevado quanto maior a renda das empresas analisadas, gerando uma ineficiência alocativa no setor que potencializa os efeitos distributivos regressivos.

Resultado que confirma o que outros trabalhos levantaram em que os subsidiados da geração distribuída são os consumidores mais abastados enquanto os subsidiados são os de menor poder aquisitivo e que tem maior comprometimento da renda para no pagamento dos custos de energia elétrica.

Vislumbra-se como estudo complementar avaliar a causalidade da intervenção regulatória considerando grupos de tratamento e de controle que leve em conta a descontinuidade entre regiões, ou a descontinuidade por nível de tensão. Um outro caminho seria expandir



a análise para pessoas físicas, que tende a potencializar ainda mais o caráter da regressividade do modelo.





5

## 5

## CONCLUSÃO

Este trabalho buscou estimar o índice de distribuição do subsídio aplicado ao mercado de geração distribuída proveniente da alocação de custos do Sistema de Compensação de Energia Elétrica – SCEE, constante da Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica.

A partir da base de dados da ANEEL, estabeleceu como universo de análise o Estado de Minas Gerais, dada a maior representatividade do mercado de geração distribuída no Brasil e pelo fato de tornar o problema computacional mais tratável. Ademais, focou-se apenas nas pessoas jurídicas participantes do SCEE. Uma vez quantificado o subsídio, que na média variou entre R\$ 12,9 mil e R\$ 628 mil ao ano por empresa, ao cruzar com os dados da RAIS 2019 obteve-se um montante de subsídio mais elevado para as empresas de maior porte, já indicando um certo grau de regressividade do subsídio.

Após isso, foi aplicado indicadores convencionais de desigualdade, obtendo a curva de Lorenz para a renda bruta das empresas antes e após o subsídio. Observou-se que as curvas são praticamente idênticas, com variação em -0.01 no índice de Gini, o que dá sinais de que apesar do dispêndio elevado do subsídio, este tem sido praticamente inócuo em termos de redistribuição de renda quando se avalia somente as empresas beneficiadas. Fato que por si só indica que ao se manter uma política de subsídio, esta deveria ser focalizada e com requisitos sócio-econômicos e não apenas técnicos para obtenção do benefício.

Já na estimação dos coeficientes das curvas de concentração e da curva de Lorenz, foi possível obter o índice de Kakwani em 0.42 (0.72 - 0.32) o que evidencia a regressividade. Isto é, a concentração da renda bruta das empresas após os subsídios é maior do que a concentração dos subsídios.

Conclui-se, portanto, pela regressividade dos subsídios do Sistema de Compensação de Energia Elétrica aplicados ao mercado de geração distribuída, na medida que o subsídio é mais elevado quanto

maior a renda das empresas analisadas, gerando uma ineficiência alocativa no setor que potencializa os efeitos distributivos regressivos.

Diante dos resultados, espera-se contribuir em caráter complementar aos diversos estudos já realizados sobre o mercado de geração distribuída no Brasil e trazer evidências que possam subsidiar os tomadores de decisão na busca de aprimoramentos na política pública e na regulação a fim de reduzir a ineficiência alocativa do setor.



# REFERÊNCIAS

# REFERÊNCIAS

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Orçamento da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE de 2018**. Nota Técnica nº 377/2017-SGT/SRG/ANEEL. 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/nreh20172358.pdf>>. Acesso em 30 de abr. 2021.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Proposta de Orçamento Anual da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE de 2021**. Nota Técnica nº 76/2021-SGT-SRG/ANEEL da Consulta Pública n. 72/2021. 2021. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/consultas-publicas>>. Acesso em 30 de abr. 2021.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Disponível em: <<http://biblioteca.aneel.gov.br/index.html>>. Acesso em 15 de fev. 2021.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 0004/2018-SRD/SCG/SMA/ANEEL**. Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída – Resolução Normativa nº 482/2012. Audiência Pública nº 1/2019. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/audiencias-publicas-antigas>>. Acesso em 15 de fev. 2021.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório nº 0003/2019-SRD/SGT/SRM/SRG/SCG/SMA/ANEEL**. Revisão das regras aplicáveis à micro e minigeração distribuída – Resolução Normativa nº 482/2012. Consulta Pública nº 25/2019. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/consultas-publicas>>. Acesso em 15 de fev. 2021.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica. **PLS 232: modernização do setor elétrico brasileiro**. Apresentação realizada em Audiência Pública no Senado Federal, 2019.

BRASIL. **Lei n. 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10438.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10438.htm)> Acesso em 12 de abr. 2020.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei nº 414, de 2021**. Aprimorar o modelo regulatório e comercial do setor elétrico com vistas à expansão do mercado livre, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2270036>> Acesso em 19 de mar. 2021.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei nº 1.917, de 2015**. Dispõe sobre a portabilidade da conta de luz, as concessões de geração de energia elétrica e a comercialização de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/busca-portal/proposicoes/pesquisa-simplificada>>. Acesso em 19 de mar. 2021.

\_\_\_\_\_. **Projeto de Lei nº 5.829, de 2019**. Dispõe sobre o marco legal da geração distribuída e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/busca-portal/proposicoes/pesquisa-simplificada>>. Acesso em 25 de maio. 2021.

BRANKER, K.; PATHAK, M. J. M.; PEARCE, Joshua M. **A review of solar photovoltaic levelized cost of electricity**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(9), 4470-4482. 2011. Disponível em: <[http://digitalcommons.mtu.edu/materials\\_fp/28/](http://digitalcommons.mtu.edu/materials_fp/28/)>. Acesso em 25 maio 2021.

BURGER, S. P.; LUKE, M. **Business models for distributed Energy resources: a review and empirical analysis**. MIT. USA, Cambridge 2016.

CASTRO, F. A.; BUGARIN, M. S. **A progressividade do imposto de renda da pessoa física no Brasil**. São Paulo: Estudo Economia, vol 47. n. 2. p. 259-293. abr-jun. 2017.

CAETANO, M. A.; MONASTERIO, L. M. **Previdência social e desigualdade regional no Brasil: uma abordagem multiescalar**. Brasília: Ipea, 2014. (Texto para Discussão, n. 1.992).

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. **Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico**. Rio de Janeiro: Ipea, 2018. (TD, n. 2.388).

FIANI, Ronaldo. **Teoria dos jogos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

GIACOBBO, G. D. **A Geração Distribuída é um segmento estratégico ao setor elétrico Brasileiro**. In Rocha, A. F. (Coord.). Temas Relevantes de Direito de Energia Elétrica – TOMO VII. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2018.

GUERRERO, J. I.; PERSONAL, E.; CARO, S. G. et. al. **Evaluating Distribution System Operators**. Institute of Electrical and Electronics Engineers. Power & Energy Magazine. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **O efeito “Robin Hood às avessas” da energia solar**. Contexto socioeconômico da evolução da geração distribuída no país e o peso da energia no orçamento das famílias brasileiras. São Paulo. Mar/2021. Disponível em: <[https://idec.org.br/sites/default/files/estudo\\_gd\\_robin\\_hood\\_as\\_avessas\\_2\\_2.pdf](https://idec.org.br/sites/default/files/estudo_gd_robin_hood_as_avessas_2_2.pdf)> Acesso em 27 de Abr. 2021.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. **Renewable Power Generation Costs in 2019**. Abu Dhabi. 2020. Disponível em: <<https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>> Acesso em 25 maio. 2021.

ME. Ministério da Economia. **Redução da má alocação de recursos (misallocation) para a retomada do crescimento da produtividade na economia brasileira**. Nota Informativa. 2020. Disponível em: <[https://www.gov.br/economia/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/notas-informativas/2020/ni\\_misallocation-2020.pdf/view](https://www.gov.br/economia/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/notas-informativas/2020/ni_misallocation-2020.pdf/view)> Acesso em 12 de abr. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Economia. **Micro e Mini Geração Distribuída – Subsídios e Incentivos**. Nota Técnica SEI nº 3/2019/SRM/SDI/SEPEC-ME. 2019. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/audiencias-publicas-antigas>>. Acesso em 12 abr. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Economia. **Avaliação qualitativa dos incentivos à micro e minigeração distribuída no Brasil** – Nota Informativa, 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/fazenda/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/analises-e-estudos/arquivos/2019/visao-da-secap-sobre-o-setor-de-energia-o-caso-da-micro-e-minigeracao-distribuida>> Acesso em 12 de abr. 2020.

MME. Ministério de Minas e Energia. **Consulta Pública n. 33, de 5 de julho de 2017**. Aprimoramento do marco legal do setor elétrico. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas>>. Acesso em: 14 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 187, de 4 de abril de 2019**. Instituiu Grupo de Trabalho para desenvolver propostas de Modernização do Setor Elétrico. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretaria-executiva/modernizacao-do-setor-eletrico>> Acesso em 14 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 403, de 29 de outubro de 2019**. Instituiu o Comitê de Implementação da Modernização do Setor Elétrico. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/secretaria-executiva/modernizacao-do-setor-eletrico/cim/o-que-e-cim>> Acesso em 14 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 465, de 12 de dezembro de 2019**. Abertura do mercado livre de energia elétrica. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-465-de-12-de-dezembro-de-2019.-233554889>> Acesso em 14 mar. 2020

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Alocação de Custos e Riscos**. GT Modernização do Setor Elétrico. 2019 Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/36070/525274/Aloca%C3%A7%C3%A3o+de+Custos+e+Riscos.pdf/6b2e25b0-0549-6892-adb8-554096c580c1>> Acesso em 14 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. **Racionalização dos Subsídios e Encargos**. GT Modernização do Setor Elétrico. 2019. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/36070/525274/Racionaliza%C3%A7%C3%A3o+de+Encargos+e+Subs%C3%ADdios.pdf/4f90dbb8-de8e-db88-39b8-c5a6809738da>> Acesso 14 mar. 2020.

MORENO, N. A. **Geração Distribuída: principais desafios**. In ROCHA, F. A. (Coord.). Temas Relevantes de Direito de Energia Elétrica – TOMO IV. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2015.

MUELLER, B. P. M. **Regulação, informação e política: uma resenha da teoria política positiva da regulação**. Revista Brasileira de Economia de Empresas, Brasília, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2001.

PAES, N. E.; BUGARIN, M. **Parâmetros tributários da economia brasileira**. Estudos Econômicos, v.36 (4): 699-720, 2006.

PAYERAS, J. A. P. **Análise da Progressividade da Carga Tributária sobre a População Brasileira**. Pesquisa e Planejamento Econômico, v.40 (2):153-186, 2010.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 8 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

PSR. Energy Report. **A MP 998 é a modernização do modelo setorial?** Ed 165. Set. 2020.

PSR. Energy Report. **Discussão sobre GD: mais luz, menos calor**. Ed 155. Nov. 2019.

PSR; SIGLA SUL. **Projeto Integrado de Geração Distribuída: Estudo Técnico e Regulatório**. Apresentação realizada em vídeo conferência, 2021.

RASKIN, D. B. **The Regulatory Challenge of Distributed Generation**, Harvard Business Review, 2013.

RESTUCCIA, D.; ROGERSON, R. **The Causes and Costs of Misallocation**. Journal of Economic Perspectives, v. 31, n. 3, p. 151-174, 2017.

SAIDEL, M. A. DAVID, S. **Geração Distribuída no Brasil – Ampliação da participação do consumidor e da tecnologia**. In Rocha, Fábio Amorim (Coord.). Temas Relevantes de Direito de Energia Elétrica – TOMO VI. Rio de Janeiro: Synergia Editora, 2017.

SILVA, R. M. **O novo arranjo regulatório proposto pela ANEEL para a geração distribuída na consulta pública nº 25, de 2019**. Boletim Legislativo n. 82. Brasília: Centro de Estudos da Consultoria do Senado Federal, 2019.

SIMONE, L.F.C. **Inserção da mini e microgeração distribuída solar fotovoltaica: impactos na receita das distribuidoras e nas tarifas dos consumidores**. Dissertação Mestrado em Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – São Paulo, 2019.

STIGLITZ, J. E.; ROSENGARD, J. K. **Economics of the Public Sector**, 4<sup>th</sup>. ed. EUA: W. W. Norton & Company, 2015.

TCU. Tribunal de Contas da União. **Auditoria Operacional realizada com o objetivo de verificar a eficiência do custeio de políticas públicas com base em subsídios da conta de desenvolvimento energético (CDE)**. Acórdão nº 2877/2019 - TCU – Plenário. 2019.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União. **Representação do ministério público junto ao TCU. Consulta Pública ANEEL 25/2019. Alteração da Resolução ANEEL 482/2012, que regula a micro e a minigeração distribuídas de energia elétrica**. Relatório da Seinfra Elétrica. 2020.

\_\_\_\_\_. Tribunal de Contas da União. **Representação do ministério público junto ao TCU. Consulta Pública ANEEL 25/2019. Alteração da Resolução ANEEL 482/2012, que regula a micro e a minigeração distribuídas de energia elétrica**. Acórdão nº 3063/2020 – TCU – Plenário.

VIEIRA, S.J.C. **Impacto econômico sobre as tarifas residenciais associado à expansão da microgeração solar distribuída no Brasil**. Tese de Doutorado em Planejamento Energético da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, 2021.



APÊNDICES

**APÊNDICES**

## APÊNDICE

```
install.packages(c("tidyverse","janitor","splm","plm","foreign","foreach","
ggplot2","GGally","IC2","texreg","AER","stargazer","readxl"))
library(tidyverse)
library(janitor)
library(splm)
library(plm)
library(foreign)
library(foreach)
library(ggplot2)
library(GGally)
library(IC2)
library(texreg)
library(AER)
library(stargazer)
library(readxl)
```

```
df <- read_excel("/Users/rodrigasantana/Downloads/IDP
Rodrigo/empresas_csv2_Subsidio - v3_csv.xlsx")
```

```
df <- clean_names(df)
```

```
# Acertar o arquivo para calcular os subtotais
# apropriados por empresa
df <- df %>% group_by(razao_social) %>%
  mutate_at(c("sub_individual", "qtd_uc_recebe_credito",
             "mda_potencia_instalada", "energia"), sum) %>%
  select(-sub_ms_100) %>%
  distinct(razao_social, .keep_all = TRUE) %>%
  mutate(rem_total_c_subsidio=rem_total+sub_individual) %>%
  mutate(share_sub_individual_por_rem_total= (sub_individual/
rem_total)*100)
```

```
##### Indice de Progressividade de Kakwani
```

```
G_pre<-calcSGini(df$rem_total)
G_pos<-calcSGini(df$rem_total_c_subsidio)
```

```
G_pre$ineq$index
G_pos$ineq$index
```

```

# coeficiente de concentracao dos subsidios

C_Subsidio<-calcSConc(df$sub_individual, df$rem_total)
C_Subsidio$ineq$index

# indice de Kakwani =
# Indice de Concentracao do Subsidio- Gini da renda

kakwani= C_Subsidio$ineq$index - G_pre$ineq$index
kakwani

kakwani= C_Subsidio$ineq$index - G_pos$ineq$index
kakwani
# no caso de impostos, um kakwani >0 significa tributos progressivos
# e kakwani < 0 -> tributos regressivos
# no caso dos subsidios e oposto: kakwani <0 significa subsidios
progressivos
# e kakwani < 0 -> subsidios regressivos

#C_Benef<-calcSConc(mun$Benefcap, mun$ycap, w=mun$Pop10)

G_pos$ineq$index
C_Subsidio$ineq$index
#C_Benef$ineq$index

##### Variacao da concentracao do
# faturamento antes e depois do subsidio

mudanca_gini <- G_pos$ineq$index-G_pre$ineq$index
mudanca_gini

##### Graficos

##### Grafico 1

curveConcent(df$sub_individual, df$rem_total,lty=5, lwd=2, col="red",
xlab="Porte Empresa", ylab="Subsídio")
curveLorenz(df$rem_total,lwd=3, add=T)

```

```

legend("topleft",          # x-y coordinates for location of the
legend
  legend=c("Subsídio", "Porte Empresa" ), # Legend labels
  col=c("red", "black"), # Color of points or lines
  #pch=c(21,19),          # Point type
  lty=c(1,1),             # Line type
  bty="n",                # Sem frame ao redor da legenda
  lwd=c(2,2,3),          # Line width
  # title="Vari?veis:" # Legend title )
)

dev.off()
#### Grafico 2

curveLorenz(df$rem_total, lwd=3, col="red",xlab="Gini da massa salarial
pré e pós subsídio")

curveLorenz(df$rem_total_c_subsidio,lwd=3, col="blue",add=T)

legend("topleft",          # x-y coordinates for location of the
legend
  legend=c("Massa salarial pré", "Massa salarial pós subsidio" ), #
Legend labels
  col=c("red", "blue"), # Color of points or lines
  #pch=c(21,19),          # Point type
  lty=c(1,1),             # Line type
  bty="n",                # Sem frame ao redor da legenda
  lwd=c(2,2,3),          # Line width
)
dev.off()

```

idn



idp

A ESCOLHA QUE  
**TRANSFORMA**  
O SEU CONHECIMENTO