

Abordagem Multinível da Diversificação da Matriz Elétrica
no Rio Grande do Sul: desafios da escala e do poder decisório

*Diversification of the Energy Matrix in Rio Grande do Sul:
a multilevel approach*

*Diversificación de la Matriz de Energía en Rio Grande do Sul:
un enfoque multinivel*

Markus Erwin Brose*

RESUMO

Desde o final dos anos 1990, sucessivos governos do Rio Grande do Sul definiram a diversificação da matriz energética como prioridade. Ao longo de duas décadas esse objetivo vem estimulando uma transição no regime sociotécnico rumo à maior sustentabilidade, priorizando fontes renováveis. Apesar dos desafios técnicos e novos riscos à segurança do fornecimento, a geração complementar foi iniciada, inovações são contínuas. Para interpretação dessas mudanças, propõe-se a abordagem multinível de Frank Geels, priorizando a análise da escala dos investimentos em geração de energia em nichos de inovação. A escala é relevante, pois obras de engenharia não são neutras quanto ao seu impacto no território. Apresentam-se aqui, como estudo de caso, os dados coletados ao longo de 2015-2017 na Região Hidrográfica do Guaíba, Rio Grande do Sul, onde agentes econômicos estão estabelecendo, de forma autônoma e espontânea, ações diversificadas de geração de fontes renováveis, mantendo o poder decisório local sobre os fluxos de capital.

Palavras-chave: Geração distribuída. Fontes renováveis. Inovação em nichos. Região Hidrográfica do Guaíba. Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

Since the 1990s, the state administration of Rio Grande do Sul has established diversification of the energy matrix as a priority. Over two decades, this has stimulated a socio-technical transition towards greater sustainability that prioritizes renewable sources. Despite posing technical challenges and new supply security risks, local energy production has started, with continuous innovation. In order to interpret these changes, this essay applies the Frank Geels' multilevel approach, focusing on the analysis of the scale of investments in energy generation within innovation niches. Scale is relevant as large projects are not neutral regarding their impact on the territory. Data collection was performed between 2015/17

* Graduado em Agronomia Tropical pela Universität Kassel, Kassel, Alemanha. Mestre em Administração Pública pela University of London, Londres, Inglaterra. Doutor em Sociologia Política pela Universität Osnabrück, Osnabrück, Alemanha. Atualmente é professor na Universidade de Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul. E-mail: markus@unisc.br

Artigo recebido em maio/2018 e aceito para publicação em junho/2018.

in the Guaíba Hydrographic Region, where economic agents have autonomously and spontaneously established diversified distributed generation while maintaining the local decision-making power over capital flows.

Keywords: Distributed generation. Renewable sources. Innovation in niches. Guaíba Hydrographic Region. Rio Grande do Sul.

RESUMEN

Desde el final de los años 90, sucesivos gobiernos en Rio Grande do Sul han definido la diversificación de la matriz energética como prioridad. A lo largo de dos décadas ese objetivo viene estimulando una transición en el régimen sociotécnico hacia la mayor sustentabilidad, priorizando fuentes renovables. A pesar de los desafíos técnicos y nuevos riesgos a la seguridad del suministro, la generación complementaria fue iniciada, y las innovaciones son continuas. Para interpretaciones de esos cambios, se propone el abordaje multinível de Frank Geels, priorizando el análisis de la escala de las inversiones en generación de energía en nichos de innovación. La escala es relevante, pues obras de ingeniería no son neutras en cuanto a su impacto en el territorio. Se presentan aquí, como estudio de caso, los datos recolectados a lo largo de 2015/2017 en la Región Hidrográfica del Guaíba, Rio Grande do Sul, en donde agentes económicos están estableciendo, de forma autónoma y espontánea, acciones diversificadas de generación de fuentes renovables, manteniendo el poder decisorio local sobre los flujos de capital.

Palabras clave: Generación distribuida. Fuentes renovables. Innovación en nichos. Región Hidrográfica del Guaíba. Rio Grande do Sul.

INTRODUÇÃO

A experiência com o apagão de 2001 desencadeou mudanças no sistema elétrico brasileiro. O novo modelo de expansão e de comercialização do setor, fundamentado pela Lei 10.848/2004, apresenta oportunidades aos agentes do mercado para investimento em unidades de geração e em linhas de transmissão de energia, ampliando os desafios para outorga e controle pelo Estado, em especial, na busca pelo equilíbrio entre o fomento às fontes renováveis e a garantia de suprimento à demanda. As fontes renováveis passaram a ser consideradas “complementares”, em vez de “alternativas” (MERCEDES; RICO; POZZO, 2015; FGV ENERGIA, 2015), pois,

sabe-se que a geração de energia elétrica, independentemente do tipo de fonte, inclusive as consideradas menos poluentes [...] causam impactos ambientais, em maior ou menor escala. O equilíbrio, então, se dá pela seleção da alternativa economicamente de menor custo e de menor impacto, considerando-se, ainda, a segurança no abastecimento (VIEIRA; CORREA; CARMO, 2012, p.52).

Para essa seleção, o debate internacional propõe o *Life Cycle Assessment* (LCA) na análise das opções tecnológicas disponíveis aos gestores públicos e privados (RAHMAN et al., 2017). Essa ferramenta preconiza um enfoque sistêmico para avaliar os impactos de cada tecnologia, distinguindo entre impactos diretos pela planta geradora de energia, e impactos indiretos, como a produção e logística do combustível, ou a gestão dos resíduos. Turconi, Boldrin e Astrup (2013) ressaltam que impactos indiretos podem ser responsáveis por até 25% das emissões de gases de efeito estufa de uma planta de geração de energia de combustíveis fósseis, podendo ser ainda maiores em unidades de fontes renováveis.

Após uma década de mudanças no setor elétrico, o Tribunal de Contas da União (TCU) realizou auditoria operacional quanto à segurança energética no País frente à contínua expansão da demanda. Entre outros, o TCU determinou ao Ministério de Minas e Energia a elaboração de estudos visando à identificação dos custos e benefícios para análise e seleção de cada tecnologia de geração de energia elétrica. Considerando requisitos e efeitos da inserção de cada opção tecnológica na matriz energética e na expansão do parque gerador,

com base em critérios que propiciem o compromisso adequado entre segurança energética, economicidade, aí incluídas as imperiosas qualidades relacionadas à modicidade tarifária e ao cumprimento dos acordos internacionais e legislação ambientais, especialmente aos relacionados à contenção/redução da emissão de gases produtores do efeito estufa (BRASIL, 2016, p.1).

Essa demanda foi repassada à Empresa de Pesquisa Energética (EPE), resultando em dois volumes que analisam o potencial, a cadeia de geração elétrica, a caracterização técnica e econômica, as questões socioambientais, bem como a segurança de geração de cada opção tecnológica disponível no mercado (TOLMASQUIM, 2016a; 2016b).

Ambos os estudos enfatizam que, para as fontes renováveis, “os principais desafios estão ligados à sua natureza variável, levando ao surgimento de problemas de estabilidade e garantia de abastecimento” (TOLMASQUIM, 2016b, p.10), diferenciando entre recursos controláveis e não controláveis. “A integração dessas fontes intermitentes é uma questão não trivial”, que requer ativa atuação pelo agente regulador.

O Plano Decenal de Expansão-2024 (EPE, 2015), em elaboração no mesmo período, adotou como uma das diretrizes a duplicação da participação de fontes renováveis na matriz energética nacional, atendendo ao crescimento do consumo de energia elétrica, porém compatibilizando essa expansão com o atendimento à carga de forma segura. Reservatórios de hidrelétricas assumem importância crescente para o atendimento à carga de energia elétrica, visto que a energia de fontes renováveis somente pode ser integrada na matriz nacional até uma cota máxima, pois é a predominância da fonte hidráulica que garante flexibilidade frente às flutuações entre demanda e oferta de energia (GÜRBUZ, 2006).

Nos anos 2000, a Região Amazônica era vista como a nova fronteira para expansão da geração hidrelétrica de grande escala. Porém, os impactos sociais, políticos e ambientais das usinas Jirau e Santo Antônio no rio Madeira, amplificados pela construção da usina Belo Monte, levaram à nova inflexão, “servindo de exemplo para o setor elétrico de como novos aproveitamentos deverão se preparar para enfrentar as reações da sociedade” (CNI, 2017, p.28). Os reflexos de Belo Monte se fizeram sentir, por exemplo, quanto ao projeto da usina São Luiz do Tapajós, que teve sua licença prévia cancelada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente. Esta experiência ressalta o contraponto da dimensão política de grandes obras de engenharia, que não são neutras quanto a seu impacto no território.

Em paralelo, foi criado o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), em 2004, contratando energia a partir de fontes renováveis (eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas) através do pagamento de uma tarifa-prêmio, ou *feed-in tariff*, como usual em políticas correlatas na Europa. O programa atraiu considerável volume de investimentos em 144 usinas de fontes renováveis de grande porte (CNI, 2017), tornando o sistema integrado nacional mais seguro e confiável, acompanhando o crescimento da demanda. Com financiamento de até 80% por bancos públicos, e um mínimo de 60% de conteúdo nacional dos equipamentos, o PROINFA contribui para uma nova cadeia produtiva de energias de fontes renováveis, priorizando, porém, projetos de grande escala e alta intensidade de capital, em geral de controle estrangeiro.

Frente aos impactos futuros da mudança do clima, além da inclusão social e contínua expansão da demanda, o grande desafio do setor elétrico consiste em manter elevada a participação de fontes renováveis na sua matriz, trazendo consigo as questões: sob controle de quais agentes econômicos e, possivelmente, implicando conflitos sociais?

A resolução normativa nº 482/2012, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), permite ao consumidor a opção de gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis, perto do ponto de consumo final, com a geração distribuída

seguindo políticas correlatas na Europa. Apesar de incipiente, a geração distribuída atingiu, em 2017, capacidade instalada de 113 MW (CNI, 2017). Essa potência instalada, essencialmente fotovoltaica, surpreendeu e vem gerando debate quanto aos custos, pois, apesar de apresentar benefícios pela geração distribuída, não reduz custos de natureza operacional. Se, de um lado, torna a participação e o debate sobre o mercado de energia mais amplo, por outro torna-os mais complexos e controversos.

Nesse contexto insere-se o presente ensaio, sintetizando *trade offs* e contradições no sistema sociotécnico de geração distribuída no Rio Grande do Sul, marcado pelo conflito quanto ao aproveitamento das reservas de carvão mineral. O sistema passou, desde os anos 1940/1950, por centralização das decisões e ampliação da escala dos investimentos, em face das mudanças na regulação que, desde 2012, fomentam o ingresso de geradores privados e a fragmentação dos processos decisórios. Na próxima seção, apresenta-se o debate junto à opinião pública e o território. A seguir, será detalhada a Perspectiva Multinível (MLP, em inglês) para interpretação de dinâmicas de transição em sistemas sociotécnicos rumo à maior sustentabilidade, como marco referencial para a análise. Apresentam-se, então, os dados quanto às externalidades de grandes projetos integrantes do debate pela opinião pública no estado, bem como são detalhados projetos microrregionais de geração de energia, sob responsabilidade de atores locais na Região Hidrográfica do Guaíba. Por fim, tecem-se considerações quanto à transição em curso na geração de energia elétrica no Rio Grande do Sul.

1 ASPECTOS DA TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA NO RIO GRANDE DO SUL

Apesar do otimismo presente em estudos do setor eólico, como MEA (2014) ou Adami, Antunes Junior e Sellitto (2017), as políticas públicas gaúchas não se diferenciaram quanto à escala dos projetos. Vencida a crise do apagão, no verão 2001/2002, a prestação de contas pelo governo do Rio Grande do Sul ressalta “a retomada do planejamento estratégico, o estabelecimento das principais diretrizes das empresas vinculadas, bem como o enfrentamento da crise de abastecimento de energia elétrica” (RIO GRANDE DO SUL, 2002, p.28). O relatório lista três termoelétricas de biomassa em instalação, o fomento a pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), assim como estudos para aproveitamento de fontes renováveis de energia.

Ainda em 2002, produziu-se a publicação de um mapa eólico do Rio Grande do Sul sob a égide do Programa Ventos do Sul, subsidiando a atração de investimentos para o que veio a ser o parque eólico inaugurado em 2006, no município de Osório. A comunicação oficial anunciou como prioridade setorial:

A determinação do Governo do Estado de atrair [...] investimentos e criar as condições necessárias para que o Rio Grande do Sul seja um estado autossuficiente na produção de energia elétrica até 2010 [...] com anúncio da aquisição do Projeto Jacuí 1 da Tractebel Energia pela Eleja S/A, ficou assegurado investimento de US\$ 500 milhões. (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

O Executivo priorizou a atração de investidores externos para projetos de energia de fonte renovável em grande escala, oferecendo financiamento subsidiado por bancos públicos como Caixa Rio Grande do Sul, Badesul ou Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul. Simultaneamente, em importante contraponto, o governo adotou a defesa do carvão mineral:

Hoje, o carvão está presente em 11% da capacidade energética instalada no Rio Grande do Sul. Dentro de quatro anos, com a entrada em operação das usinas Jacuí 1 e Candiota 3, a participação do mineral será três vezes superior. [...] queremos apostar no carvão dentro da matriz energética nacional. [...] a energia produzida nas termelétricas a carvão é limpa. Ou seja, não produz poluição (RIO GRANDE DO SUL, 2006).

Essa posição se diferencia da Política Nacional sobre Mudança do Clima, que prevê: “substituição de combustíveis carbono-intensivos por aqueles com menor teor de carbono ou por combustíveis de fontes renováveis” (BRASIL, 2008, p.27).

No ano seguinte, foi lançado o Programa RS Energia para Investidores, cujo título indicava prioridade para a atração de investidores externos. Em solenidade, a governadora anunciou a disponibilidade de financiamentos subsidiados em até R\$ 2 bilhões, tendo como meta adicionar 4.500 MW à matriz energética até 2015 (RIO GRANDE DO SUL, 2007).

O objetivo de diversificação da matriz energética gaúcha continua atual (quadro 1). Segundo o Balanço Energético do Rio Grande do Sul, o estado passou de décimo produtor de energia elétrica no País para a sexta posição, em década que foi caracterizada por crescimento moderado do consumo. A geração passou por salto expressivo, de 13.055 GWh, em 2006, para 34.042 GWh, em 2014, sem aumento – na mesma ordem de grandeza – da população ou expansão do parque industrial (RIO GRANDE DO SUL, 2008; 2015).

QUADRO 1 - INDICADORES SELECIONADOS DA MATRIZ ENERGÉTICA DO RIO GRANDE DO SUL - 2006 E 2014

INDICADOR	2006	2014
Produção total de energia elétrica	13.055 GWh	34.042 GWh
Consumo total de energia elétrica	22.607 GWh	29.390 GWh
Empreendimentos de geração em operação	95	281
Geração de energia eólica	145.096 kW	1.629.556 kW
Participação de energia eólica na produção total	1,5%	12,8%
Usinas termoeletricas de biomassa	6	13
Participação PCHs na produção total	3,2%	5,5%
Participação de cooperativas na distribuição	4%	5%

FONTE: Adaptado de Rio Grande do Sul (2008; 2015) e Exame (2007)

Apesar de o Rio Grande do Sul estar em processo de diversificação de sua matriz energética, principalmente pela expansão de hidrelétricas e plantas eólicas, sob controle de grandes grupos nacionais (Eletrosul, Votorantim, Vale) ou multinacionais (Engie, Wobben, Enerfin, EDP), a experiência histórica de eletrificação no Rio Grande

do Sul – como o pioneirismo da iluminação pública na capital gaúcha, em 1887, ou as primeiras PCHs em municípios do interior – tinha como padrão a geração distribuída (AXT, 1995), ou seja, a geração elétrica produzida em pequena escala, no próprio local de consumo ou próximo ao centro de carga, e o consequente incentivo ao desenvolvimento tecnológico regional. Em 1922, por exemplo, foi instalada, no município de Estrela, a primeira indústria de turbinas para PCHs no estado, por empreendedor local (A HORA, 2016).

A partir da década de 1940, a geração de energia em centrais de grande porte teve custo decrescente, pela sinergia entre inovações tecnológicas e a inovação do planejamento estatal da infraestrutura econômica. Como consequência da alteração do paradigma, a geração de energia e o desenvolvimento tecnológico foram sendo centralizados em todo o País, chegando, nos anos 1970, à Itaipu como *benchmark*. A partir do apagão de 2001, presencia-se alteração de paradigma rumo à descentralização da geração de energia (MOREIRA et al., 2004).

2 A PERSPECTIVA MULTINÍVEL COMO REFERENCIAL TEÓRICO

Os impactos da mudança climática relativizam as delimitações administrativas de municípios e estados, ampliando a relevância das bacias hidrográficas como unidade de planejamento. Nesse sentido, adquire relevância a Lei Estadual 10.350, de 30 de dezembro de 1994, que estabelece a divisão do Rio Grande do Sul em três regiões hidrográficas. Selecionou-se como objeto deste estudo a Região Hidrográfica do Guaíba, porque cobre 84.763 km² e corresponde a cerca de 30% da área total do estado.

Essa região comporta nove bacias, dentre as quais as bacias do rio Caí, do rio Taquari e do rio Pardo, que figuram entre as microrregiões de maior dinamismo econômico do estado. Formada pelo território de 251 municípios, a Região Hidrográfica do Guaíba concentra 60% da população gaúcha, incluindo algumas das principais falhas do mercado e da gestão territorial: a degradação ambiental por desmatamento, erosão do solo, dejetos animais, contaminação por agrotóxicos e esgotos domésticos, resíduos industriais e poluição do ar (ECOPLAN, 2007).

Apresenta-se sobre essa região a análise dos dados coletados através da revisão de fontes primárias – relatórios de empresas, planos do governo estadual, notícias da imprensa, registros do tribunal de contas – além de visita técnica a empresas e propriedades rurais em municípios que implementem ações inovadoras, bem como consultas a lideranças setoriais no âmbito do Conselho Regional de Desenvolvimento e do Comitê de Bacia do Rio Pardo.

Segundo Smith, Stirling e Berkhout (2005), o referencial teórico para analisar inovações, sua interação com a gestão ambiental e a adaptação climática vem ampliando seu escopo, originalmente por produto, ou por empresa, para a interpretação de processos. A pesquisa vem sistematizando processos que mudam práticas sociais e a tecnologia em larga escala, atendendo à demanda social, por exemplo, por energia, mobilidade urbana ou alimentação, os sistemas sociotécnicos. O desafio atual consiste

em atender às demandas da sociedade de modo adaptado às mudanças climáticas (BERKHOUT, 2002). Esse enfoque baseia-se no pressuposto de que empresas e inovações tecnológicas têm autonomia limitada, pois estão enraizadas (*embedded*, em inglês) na sociedade (RIP; KEMP, 1998).

Detalhado em recente síntese por parte da Agência Ambiental da União Europeia (EEA, 2018), transições de sistemas sociotécnicos são processos de longo prazo, cerca de 40 a 60 anos. São processos abertos, não lineares, com elevado grau de incerteza e dependentes da contínua gestão do conhecimento mediante testes, erros e acertos pelos atores envolvidos. A transição depende da obtenção de legitimidade, o que exige a construção de uma licença social para as inovações. Assim, transições sociotécnicas possuem uma dimensão política, com grupos sociais ganhadores e perdedores, o que implica conflitos no caso da articulação de resistências contra a inovação.

Proposta por Geels (2002; 2005; 2011), a Perspectiva Multinível (MLP) constitui modelo que distingue entre três níveis de ação de atores sociais, permitindo interpretar processos de transição de sistemas sociotécnicos rumo a uma maior sustentabilidade. O processo de transição sociotécnica em busca de novos regimes é influenciado pela coevolução entre esses três níveis: o nível micro, dos nichos tecnológicos formados por redes de relacionamentos que buscam a inovação; o nível meso, formado pelo regime sociotécnico em que os agentes compartilham regras e valores, dando sustentação ao paradigma vigente; e o nível macro, do ambiente geral, que é marcado por fatores que influenciam as mudanças nos regimes e possibilitam janelas de oportunidade para as inovações.

As dimensões de um sistema sociotécnico compreendem, assim, os elementos tangíveis, como usinas, linhas de transmissão ou subestações, necessários para atender a uma demanda da sociedade, no caso presente a produção e distribuição de energia elétrica. Em segundo, agentes econômicos e grupos sociais que mantêm, legitimam e reproduzem esses elementos tangíveis, como usuários, prestadores de serviços ou proprietários. Além disso, inclui normas, práticas e leis que moldam as atividades dos atores sociais.

Inovações emergem em ambiente restrito, os nichos de inovação. Em seu estágio inicial inovações apresentam alto custo, não competem no mercado padronizado e dependem de espaços especializados de produção ou de consumo. Nichos se desenvolvem em relativo isolamento. Incluem tanto alto grau de incerteza e risco quanto à expansão da inovação, como iniciativas de apoio e expansão da inovação. O conjunto de nichos de inovação forma o nível micro de análise pela MLP.

Para Geels (2002), a cristalização entre elementos tangíveis, preferências no consumo pelos atores e as normas socialmente aceitas conforma um regime sociotécnico que molda percepções, contratos, rotinas e competências bem como norteia empresas e instituições de pesquisa a atualizar a tecnologia prevalecente, ampliar as capacidades técnicas e consolidar o modelo tecnológico uma vez determinado. Coalisões de interesses econômicos e políticos poderosos entre consumidores, gestores públicos e empresas tendem a manter o equilíbrio do regime sociotécnico, buscando preservar

os investimentos já consolidados no modelo tecnológico conhecido. Com o tempo, regimes sociotécnicos adquirem estabilidade, as inovações tendem a ser incrementais, influenciando no nível intermediário da MLP.

A paisagem sociotécnica constitui o nível macro da MLP, compreende o ambiente externo que incide sobre o regime sociotécnico. Essa figura de linguagem foi escolhida por Geels (2002) para incorporar os elementos concretos que afetam o sistema de produção de bens e serviços. Por exemplo, tanto a localização de núcleos urbanos, aeroportos ou acidentes geográficos, quanto mudanças no sistema financeiro, alteração da legislação e novos hábitos de consumo. Os elementos da paisagem podem, eventualmente, ser influenciados pelos atores, mas, em geral, estão acima da capacidade de governabilidade direta pelos agentes econômicos e atores sociais presentes na esfera meso do modelo.

Os três campos estão interligados por uma hierarquia de relações múltiplas, e transições para um novo regime sociotécnico dependem da possibilidade de mudanças paralelas nos diferentes níveis de ação. Na primeira fase da transição, rumo a maior sustentabilidade, inovações emergem em nichos, os agentes econômicos improvisam e criam novas práticas. Na segunda fase, o regime sociotécnico começa a incorporar inovações, inicialmente em pequena escala, e (ainda) não ameaçam a estabilidade do sistema. Número crescente de consumidores passa a aceitar a inovação e experimentar novas aplicações. A terceira fase consiste da adoção de forma explosiva e generalizada de um novo padrão tecnológico, socialmente aceito, que estabelece um novo regime sociotécnico.

A MLP vem sendo utilizada no Brasil, por exemplo, para interpretar inovações fomentadas por Itaipu (MENDONÇA, 2014), analisar o Plano Nacional de Inovação Tecnológica dos Setores Sucroenergético e Sucroquímico (TORRES et al., 2015), ou orientar *start ups* de pesquisa universitária (GOMES et al., 2016). Interessa notar que essas pesquisas tendem a não incluir a dimensão dos agentes econômicos, ou seja, as relações de poder na sociedade, as possíveis externalidades negativas, nem as mudanças climáticas. Smith, Stirling e Berkhout (2005) criticaram tendência dos primeiros estudos com MLP a tratar transições de regime como monolíticas, como se fossem coordenadas pela ação racional do Estado, e recomendam maior atenção na capacidade de agência pelos atores locais.

Estudo feito pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em janeiro de 2018, para definir os rumos “que levem o Brasil a ser uma nação desenvolvida [...] em uma geração” (IPEA, 2018, p.iii), parece mais explícito, apontando como um dos objetivos prioritários a expansão da geração distribuída de energia. Evitam-se, assim, longas linhas de distribuição e as correspondentes perdas de energia, ampliando a estabilidade do sistema, fortalecendo empreendedores e comunidades locais. Nesse mesmo sentido, trabalho realizado pelo IPEA sobre grandes projetos de infraestrutura no Brasil do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC I), que inclui o caso de termelétrica no Rio Grande do Sul (LOTTA; FAVARETO, 2016), identifica um conjunto de problemas, como segue:

- desigualdades espaciais agravadas por grandes projetos;
- conflitos socioambientais decorrentes de seus impactos;
- impactos territoriais indesejados de competitividade;
- ausência de gestão antecipada da licença social; e
- dificuldade em cumprir cronograma de obra e de orçamento.

Os autores concluem que projetos de infraestrutura do PAC I não dispõem de uma dimensão territorial, sendo “espacialmente cegos”, o que restringe – ou mesmo elimina – a sinergia para o desenvolvimento territorial, ou a formação da licença social. O conceito de licença social reconhece que a viabilidade técnica e econômica de novos empreendimentos é de âmbito privado, que a viabilidade ambiental depende de licenciamento pelo Estado, mas que investimentos de grande porte tendem a gerar maiores impactos e dependem da aceitação social. Essa licença social tende a se reduzir na proporção em que aumentam as externalidades negativas do projeto (JOYCE; THOMSON, 2000; MORRISON, 2014).

Operacionalizando esse debate, com base na análise de impactos de projetos de geração distribuída ao longo de uma década na Escócia, pesquisadores da University of West Scotland desenvolveram uma tipologia das variáveis de controle sobre o capital investido, licença social e a escala de operação (quadro 2).

QUADRO 2 - CATEGORIZAÇÃO DE PROJETOS DE ACORDO COM O CONTROLE DO CAPITAL E A ESCALA DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE FONTES RENOVÁVEIS NA ESCÓCIA - 2002-2012

VARIÁVEIS DE CONTROLE	CONTROLE DO CAPITAL			
	Municipal	Parceria entre Prefeitura e Empresa	Cooperativa	Empresarial
Escala da operação	Pequena	Pequena	Média	Grande
Licenciamento	Poucos entraves	Poucos entraves	Entraves e possível conflito	Agitação social e conflitos
Financiamento subsidiado	Difícil acesso	Poucos entraves	Poucos entraves	Facilitado
Retorno econômico aos agentes locais	Alto	Médio a alto	Alto	Modesto
Dinamização da economia local	Baixo	Médio a alto	Alto	Mínimo
Externalidades negativas	Mínimo	Baixo	Baixo a médio	Alto
Redução de gases de efeito estufa	Mínimo	Baixo	Baixo a médio	Alto

FONTE: Adaptado de Whittam, Danson e Callaghan (2012, p.11)

NOTA: Tradução livre do autor, assim como as demais citações do inglês.

O quadro acima evidencia o papel da propriedade do capital investido, diferenciado entre controle pela prefeitura, a parceria público-privada, a operação por uma cooperativa ou o investimento por capital privado. Além disso, registra os impactos de acordo com o crescimento da escala dos projetos e a minimização do envolvimento de agentes econômicos locais. Essa tipologia não se aplica de forma direta ao caso brasileiro, dadas as diferenças na legislação, variações na legitimidade das políticas municipais e a disponibilidade de financiamentos, contudo esse quadro indica um primeiro argumento no debate sobre desenvolvimento regional, que pode

diferenciar os impactos da geração distribuída conforme sua escala e o controle do capital.

Um segundo argumento quanto à relevância da escala de projetos de infraestrutura foi apresentado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2012). Foram analisados 16 casos de governos estaduais, na América do Norte e na Europa, que adotaram instrumentos de fomento da geração distribuída de energia com base em fontes renováveis. O estudo sintetiza que, em geral, as políticas públicas padronizam o fomento, sem respeitar capacidades regionais, porém “os benefícios para comunidades rurais dependem em grande parte do modo como os projetos são concebidos e implantados” (OECD, 2012, p.34).

Segundo esse estudo, os casos nos quais foi possível integrar iniciativas de energia de fonte renovável ao desenvolvimento apresentam as características que se seguem:

- a iniciativa por geração de energia de fonte renovável partiu dos atores locais, não como produto de uma política centralizada; a decisão pela escala e a tecnologia reflete oportunidades e custos locais;
- as iniciativas privilegiam o abastecimento do consumo local, com efeitos e impactos diversificados sobre as cadeias produtivas regionais, evitando o mercado da energia como *commodity*, onde apenas a competitividade do menor preço constitui critério para o investimento;
- iniciativas que se consolidam a longo prazo, com sustentabilidade econômica e financeira, dependem apenas parcialmente de subsídios pelo Estado;
- a preferência recai sobre tecnologias maduras, como biomassa, PCHs e energia eólica, que não passam por saltos de inovação que ampliariam o risco de tornar as instalações obsoletas.

Pode-se inferir que, para que a geração distribuída de energia efetivamente contribua para o desenvolvimento regional, sem criar enclaves, depende menos do poder de planejamento estatal e mais da capacidade de governança, cooperação e coordenação de investimentos pelos agentes econômicos locais.

Iniciativas em menor escala, promovidas por crescimento orgânico e gradual dos investimentos, envolvendo número crescente de pessoas, tendem a ter impacto positivo sobre economias rurais. Esse estudo identificou iniciativas pequenas e interconectadas em quase toda região que apresenta oportunidades a novos negócios no meio rural. Estas iniciativas energéticas dependem do empreendedorismo de um amplo leque de atores (agricultores; proprietários de florestas plantadas; micro e pequenas empresas, etc.) que precisaram ampliar suas habilidades e aprender a solucionar novos problemas, criando novos negócios e novas instituições, contribuindo para o estoque de capital social. Surpreende que, em geral, são marginalizados pelas políticas do governo central (OECD, 2012, p.97).

Redes e alianças entre atores intermediários, como associações, cooperativas e empresas familiares, possibilitam o investimento em projetos de menor escala, com maiores impactos junto aos agentes econômicos e locais e, tendencialmente, menos externalidades, o que este trabalho define como a dimensão política de projetos de energia distribuída.

Em estudo para o Banco Mundial, Flyvbjerg (2005) apresenta um terceiro argumento acerca da relevância da escala como unidade de análise. Resume uma série de estudos sobre 258 projetos de infraestrutura de grande porte, em 14 países, ao longo de 70 anos. O autor sintetiza que os gestores, tanto públicos como privados, não detêm informações suficientes para decidir frente aos desafios tecnológicos. A tomada de decisão, via de regra, foi marcada pela ingerência de diversos agentes econômicos, com interesses conflituosos, e a decisão final foi política. Como resultado, o sobrepreço constitui a regra, variando de 21% a 275%. Todos os projetos analisados foram marcados pelo excessivo otimismo quanto aos benefícios e subestimaram os riscos.

3 A ESCALA DE PROJETOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

O quadro 3, a seguir, apresenta seleção de exemplos quanto à experiência gaúcha com externalidades negativas de projetos de grande escala de geração de energia. Os projetos foram identificados ao longo de consultas e entrevistas com informantes chave como sendo impactantes junto à opinião pública, tendo sido os detalhes confirmados mediante coleta de notícias pela imprensa.

Os dados apresentados no quadro 3 não representam um cenário monolítico. Em menos de duas décadas o Rio Grande do Sul diversificou sua matriz energética, em grande parte por fontes renováveis (ver quadro 1). O presente trabalho apresenta o argumento, porém, de que a diversificação de fontes não implica, necessariamente, qualidade de governança ou do processo de desenvolvimento. Assim como na experiência internacional, grandes projetos de infraestrutura apresentam risco de concentrar poder, desafios e problemas.

Como exemplo, lideranças da bacia hidrográfica do rio Taquari estabeleceram discurso destoante do paradigma centralizador. No verão de 2014, apagão originou perda de milhares de litros de leite armazenados em resfriadores individuais ou comunitários, além da morte de mais de meio milhão de frangos em aviários integrados da agricultura familiar. O prejuízo para a economia regional foi estimado em cerca de R\$ 5,4 milhões. As associações comerciais e industriais adotaram discurso pela autossuficiência na geração de energia, pelo fomento a biodigestores de dejetos de animais e pela ampliação do número de PCHs coordenadas pela Cooperativa de Eletrificação Certel (BENCKE, 2014; A HORA, 2017; CICVT, 2017).

QUADRO 3 - SELEÇÃO DE PROJETOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE GRANDE PORTE COM RESPECTIVAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS NO RIO GRANDE DO SUL - 2006-2016

LOCALIZAÇÃO	PROCESSO PRODUTIVO	ESCALA ⁽¹⁾	VALOR (R\$)	CAPACIDADE DE ATENDIMENTO À CARGA ⁽²⁾	TIPOLOGIA ORGANIZACIONAL	EXTERNALIDADES NEGATIVAS
Município Charqueadas	UTE Jacuí I; Termoelétrica a carvão mineral	350 MW	500 milhões	Base, baixa flexibilidade	Estatal - Grande porte	1970 - estatização; 1988 - privatização tumultuada; falência; máquinas importadas sucateadas; obras paralisadas; ação civil suspende licença ambiental; 2017 - fechamento
Rio Pelotas	Hidrelétrica Barra Grande	690 MW	1,3 bilhão	Base, picos e variações de carga	Grande porte	EIA/RIMA denunciado como fraudulento; protestos por atores locais; 2005 - reservatório inundou floresta primária de araucária
Médio Rio Uruguai	Hidrelétricas Garabi e Panambi	2.200 MW	15 bilhões	Base, picos e variações de carga	Estatal - Argentina	2008 - decisão binacional; mobilização e protestos por atores locais; EIA/RIMA elaborado por empresa denunciada na Operação Lava Jato; 2015 - estudos suspensos por decisão judicial
Município Cidreira	Cidreira I; Parque Eólico	70 MW	228 milhões	Fonte intermitente	Estatal	2006 - denunciado ao TCU/lobby político pela expansão com financiamento subsidiado
Município Pedras Altas	Ouro Negro; Termoelétrica a carvão mineral	600 MW	3,3 bilhões	Base, baixa flexibilidade	Estatal - China	Denúncia de EIA/RIMA omissa; bacia do Arroio Candiota em nível crítico
Município Candiota	Candiota III; Termoelétrica a carvão mineral	350 MW	1,3 bilhão	Base, baixa flexibilidade	Estatal	2011 - inauguração; denúncias de chuva ácida; 2016 - embargo pelo IBAMA; banco chinês financia reforma de equipamentos falhos
Município Candiota	Pampa Sul; Termoelétrica a carvão mineral	340 MW	1,8 bilhão	Base, baixa flexibilidade	Grande porte	Denúncia de EIA/RIMA omissa; bacia do Arroio Candiota em nível crítico; denúncia de trabalhadores chineses irregulares
Município Palmares do Sul	Parque eólico		342 milhões	Fonte intermitente	Sem dados	2011 - vence leilão Aneel; disputa judicial sobre terra envolve políticos; paralisado
Município Gravataí	Fábrica de geradores de energia eólica		50 milhões	Não aplicável	Grande porte	2013 - desvio de empréstimo subsidiado; conexão com Operação Lava Jato; parte do default do Badesul; paralisado
Município Rio Grande	Rio Grande; Termoelétrica a gás liquefeito de petróleo	1.250 MW	3 bilhões	Base, baixa flexibilidade	Grande porte	2014 - vence leilão Aneel; empresa não acessa financiamento; venda questionada; 2017 - Aneel cancela autorização

FONTE: Dados compilados pelo autor

(1) Projetado.

(2) Adaptado de IEA (2011).

Parcela significativa do crescimento de geração de energia elétrica no Rio Grande do Sul decorreu da ampliação de termoeletricas a carvão. Na conferência global do clima, que resultou no Acordo de Paris, em 2015, a comunidade internacional comprometeu-se com a redução gradual, até a eliminação, da energia gerada a carvão mineral. Em 2016, o governo federal deliberou que o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) não financiaria mais termoeletricas a carvão mineral no País. Em contraponto, o Rio Grande do Sul aprovou a Lei nº 15.047, em 29 de novembro de 2017, que prevê a instalação de um Polo Carboquímico na Região Hidrográfica do Guaíba. Entre 2016 e 2017, o governador liderou comitivas empresariais à China e ao Japão na busca por investidores.

As externalidades apresentadas no quadro 3 foram registradas a partir de fontes primárias como comunicados à imprensa, notas e artigos na mídia, registros por organizações da sociedade civil, refletindo, portanto, o debate da opinião pública sobre o tema da geração de energia elétrica, de relevância à democracia, pois trata-se de um regime que vive dessa percepção pública.

Pode-se inferir que essa percepção da opinião pública possui potencial para exercer influência nas decisões tomadas por agentes locais quanto ao futuro da geração de energia, sejam empresas, cooperativas ou prefeituras. Os dados apresentados no quadro 4 contribuem para essa reflexão, apresentando conjunto de iniciativas descentralizadas de aumento da geração de energia, da eficiência energética, redução das emissões de gases de efeito estufa, que estão sendo adotadas sob controle de atores locais.

Sistematizando os dados representados pelo quadro 4, identificam-se quatro nichos de inovação na Região Hidrográfica do Guaíba que, potencialmente, podem contribuir para renovar o regime sociotécnico de energia distribuída na Depressão Central do Rio Grande do Sul. Esses nichos são:

- redução e compensação das emissões de gases de efeito estufa, centrada no município de Teutônia e seu entorno, tendo como organização líder uma cooperativa de eletrificação rural;
- microgeração de energia elétrica por painéis fotovoltaicos, centrada no município de Santa Cruz do Sul e entorno, tendo como organização líder uma empresa privada;
- microgeração de biodiesel a partir de óleo de cozinha saturado, centrada no município de Santa Cruz do Sul e entorno, tendo como organização líder uma associação de classe;
- compostagem de resíduos agroindustriais e geração de biometano, centrada no município de Montenegro e entorno, tendo como organização líder uma cooperativa agroecológica.

Os critérios para identificação desses nichos foram: inovação tecnológica frente ao paradigma setorial; número significativo de pessoas físicas e jurídicas envolvidas no nicho (acima de 100); e ressonância na microrregião.

QUADRO 4 - INOVAÇÕES NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA E ADAPTAÇÃO NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO GUAÍBA, POR INICIATIVAS ESPONTÂNEAS - 2006-2017

LOCALIZAÇÃO	PRODUTO/SERVIÇO	PROCESSO PRODUTIVO	ESCALA	ORGANIZAÇÃO	CARACTERIZAÇÃO ⁽²⁾
Energia Elétrica					
São Sepé	Usina termoeletrica comercial integrada à rede	Combustão de 6t/mês de casca de arroz	8 MW ⁽¹⁾	Cooperativa de Eletrificação Rural do Alto Uruguai	Cooperativa de eletrificação
Minas do Leão	Usina termoeletrica comercial integrada à rede	Coleta de metano em aterro sanitário de resíduos urbanos	8,5 MW	Biotérmica Energia S.A. (Grupo Solvi)	Empresa de grande porte
Ilópolis	Autossuficiência em energia elétrica	Combustão de cavaco de madeira	1 MW ⁽¹⁾	Ximango Indústria de Erva Mate Ltda.	Empresa de pequeno porte
Encruzilhada do Sul	Autossuficiência em energia elétrica	Combustão de restos de serraria	1,8 MW	Tramontina Madeiras S.A.	Empresa de médio porte
Bom Retiro do Sul	Biogás para abastecimento de cozinha industrial	Biodigestor para fermentação de dejetos de granja de suínos	3.000 m ³ 20 kW ⁽¹⁾	Cooperativa Languiru	Cooperativa da agricultura familiar
Microregional Vale do Rio Pardo	Microgeração de energia elétrica integrada à rede	Painéis fotovoltaicos no topo de residências e empresas	472 unidades 6 MW	Pessoas físicas e jurídicas	Famílias; micro e pequenas empresas
Santa Cruz do Sul	Projeto de microgeração de energia integrada à rede	Painéis fotovoltaicos no topo do hospital	372 kW ⁽¹⁾	Hospital Ana Nery	Empresa de médio porte
Microregional Rio Forqueta	Projeto de cinco pequenas centrais hidrelétricas	Geração hidráulica em pequena escala	25,2 MW ⁽¹⁾	CERTEL Três Fronteiras Ltda.	Cooperativa de eletrificação Empresa de pequeno porte
Biocombustível					
Montenegro	Biometano para abastecimento de automóveis	Compostagem de resíduos agroindustriais	5.000 m ³ /dia	Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Cai	Cooperativa da agricultura familiar
Santa Cruz do Sul	Biodiesel para abastecimento de tratores e veículos de carga	Microdestilaria de óleo de cozinha saturado	72.000 l/ano	Associação dos Fumicultores do Brasil	Entidade da agricultura familiar
Descarbonização					
Microregional Vale do Rio Taquari	Neutralização das emissões de gases de efeito estufa	Plantio e manutenção de estoque permanente de árvores	140 ha	CERTEL - Empresas associados	Cooperativa de eletrificação Empresas pequenas e de médio porte
Santa Cruz do Sul	Neutralização das emissões de gases de efeito estufa	Plantio e manutenção de estoque permanente de árvores	98 ha ⁽¹⁾	Mercur S.A. - Fomecedores	Empresas de pequeno e médio porte

FONTE: Dados compilados pelo autor

(1) Estimativa.

(2) Critério do porte por número de funcionários em Sebrae (2017).

CONCLUSÃO

Ao longo de duas décadas, sucessivos governos do Rio Grande do Sul definiram, implícita e explicitamente, a diversificação da matriz energética como prioridade. Por um lado, valorizando fontes renováveis, conforme o compromisso nacional de adaptação aos impactos da mudança climática, ao mesmo tempo em que, como contraponto, buscaram ampliar o aproveitamento das reservas estaduais de carvão mineral. Ao longo dos anos 2000, ocorreu no Rio Grande do Sul expansão da oferta de energia elétrica em quantidade e qualidade acima do crescimento da demanda.

A diversificação da matriz energética do Rio Grande do Sul ocorreu de modo acelerado, acompanhando e indo além do crescimento da demanda, especialmente pela expansão da oferta de energia hidrelétrica (ao longo do rio Uruguai) e de energia eólica (ao longo do litoral). Esse processo de mudança do padrão de geração energética no estado foi induzido por alterações na esfera macro, da legislação nacional, e pela oferta de incentivos para a atração de grandes investidores, sejam grandes grupos nacionais ou internacionais. A prioridade setorial foi dada a projetos de grande escala, que conferem segurança e estabilidade ao sistema elétrico, porém também concentram poder decisório.

Utilizando como estudo de caso a Região Hidrográfica do Guaíba, que concentra cerca de 60% da população do estado e ampla parcela do parque industrial, o presente ensaio identifica conjunto de experiências inovadoras de geração distribuída em escala local, que estão tornando o debate sobre segurança energética e o futuro da matriz energética no Rio Grande do Sul mais complexo e desafiador.

No intuito de conferir visibilidade aos *trade offs* e possíveis conflitos sociais inerentes às mudanças em curso, utiliza-se a abordagem multinível MLP, proposta por Frank Geel, no início dos anos 2000, para registrar o território, os atores e a escala das experiências em curso de geração distribuída na Região Hidrográfica do Guaíba. Estas são incipientes em quantidade e qualidade da oferta de energia, mas contribuem para diversificar a complexidade do debate. Consumidores locais, pessoas físicas e jurídicas, antes atores passivos que eram integrados ao sistema elétrico nacional mediante contrato padrão de adesão, passam à condição de produtores, trazendo uma gama de implicações sociais, econômicas e políticas para a matriz energética do estado.

Seguindo a abordagem multinível MLP, argumenta-se que a Região Hidrográfica do Guaíba se encontra na primeira fase de transição de um regime sociotécnico rumo à maior sustentabilidade na geração distribuída de energia elétrica, mediante nichos de inovação controlados por atores locais. A inovação não reside especificamente nos aspectos técnicos, mas, em especial, nos aspectos sociais. Ou seja, nas fontes do capital, na esfera da gestão, na fragmentação da capacidade decisória, antes concentrada em um único ator, a empresa concessionária.

Identificam-se quatro nichos de inovação centrados no entorno de três municípios, a saber, Teutônia, Santa Cruz do Sul e Montenegro, nos quais os agentes econômicos potencialmente estão renovando o regime sociotécnico, complementando

com a geração distribuída a matriz energética já existente no estado. Importa reconhecer o acesso a recursos pelos atores locais, como disponibilidade de informação, alta densidade de instituições de ensino superior e pesquisa no território, tradição do cooperativismo, poupança e recursos privados disponíveis. Nem todos os territórios do País dispõem desse mesmo conjunto de ativos sob controle dos atores locais, não se tratando, pois, de receita ou modelo a ser seguido no desenvolvimento regional.

REFERÊNCIAS

- A HORA. **Luz sobre o Vale**: encarte especial: pensar o Vale, 25 maio 2016. Disponível em: <https://issuu.com/jornalahoraltda1/docs/energia_25-05>. Acesso em: 20 set. 2017.
- A HORA. **Vale do Taquari avança rumo à autonomia**, 15 jul. 2017. Disponível em: <<https://www.jornalahora.com.br>>. Acesso em: 18 mar. 2018.
- ADAMI, V.; ANTUNES JUNIOR, J.; SELBITTO, M. Regional industrial policy in the wind energy sector: the case of the State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Energy Policy**, v.111, p.18-27, 2017.
- AXT, G. A formação da empresa pública no setor elétrico gaúcho. **Revista Anos 90**, n.4, p.77-86, 1995.
- BENCKE, J. Vale do Taquari pode ser autossuficiente na geração de energia. **A Hora**, 28 out. 2014. Geral, p.4.
- BERKHOUT, F. Technological regimes, path dependency and the environment. **Global Environmental Change**, v.12, n.1, p.1-4, 2002.
- BRASIL. **Plano nacional sobre mudança do clima**. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima: Brasília, 2008.
- BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Ata de audiência**: responsáveis por descumprimento de determinação deste tribunal: processo: TC-019.228/2014-7: sessão: 16 mar. 2016. Brasília, 2016.
- CÂMARA DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS DO VALE DO TAQUARI (CICVT). **Região quer ser autossuficiente na produção de energia elétrica**, 14 fev. 2017. Disponível em: <<http://www.cicvaledotaquari.com.br/regiao-quer-ser-autossuficiente-na-producao-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 18 mar. 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **A evolução do setor elétrico brasileiro rumo à sustentabilidade**. Brasília: Relatório FMASE 2017.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Indústria de energia**: diversificação e diferenciais sustentáveis da matriz elétrica brasileira. Brasília: FMASE, 2012.
- ECOPLAN ENGENHARIA (ECOPLAN). **Elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul**: relatório síntese da fase A - diagnóstico. Porto Alegre, 2007.
- EMPRESA DE ENERGIA ELÉTRICA (EPE). **Plano decenal de expansão de energia**: 2024. Brasília: MME; Rio de Janeiro: EPE, 2015.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). **Perspectives on transitions to sustainability**. Copenhagen: EEA Report 25, 2018.

- EXAME. **Anuário Exame**: infra-estrutura (2007-2008). São Paulo, 2007.
- FLYVBJERG, B. **Policy and planning for large infrastructure projects**: problems, causes, cures. Washington, 2005. (World Bank Policy Research Working Paper, n.3781)
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS ENERGIA (FGV ENERGIA). Energias renováveis complementares. **Cadernos FGV Energia**, Rio de Janeiro, v.4, 2015.
- GEELS, F. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, v.31, n.8-9, p.1257-1274, 2002.
- GEELS, F. The dynamics of transitions in socio-technical systems: a multi-level analysis of the transition pathway from horse-drawn carriages to automobiles (1860-1930). **Technology Analysis & Strategic Management**, v.17, n.4, p.445-476, 2005.
- GEELS, F. The multi-level perspective on sustainability transitions: responses to seven criticism. **Environmental Innovation and Societal Transitions**. v.1, n.1, p.24-40, 2011.
- GOMES, L. et al. Inovação como transição: uma abordagem para o planejamento e desenvolvimento de spin-offs acadêmicos. **Production**, v.26, n.1, p.218-234, 2016.
- GÜRBÜZ, A. The Role of Hydropower in Sustainable Development. **European Water**, n.13/14, p.63-70, 2006.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Desafios da nação**. Brasília: IPEA, 2018. v.1.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Harnessing variable renewables**: a guide to the balancing challenge. Paris: IEA, 2011.
- JOYCE, S.; THOMSON, I. Earning a social licence to operate: social acceptability and resource development in Latin America. **The Canadian Mining Bulletin**, v.93, n.1037, p.49-53, 2000.
- LOTTA, G.; FAVARETO, A. **Os arranjos institucionais dos investimentos em infraestrutura no Brasil**: uma análise sobre seis grandes projetos do Programa de Aceleração do Crescimento. Brasília: IPEA, 2016. (Texto para Discussão, n.2253).
- MENDONÇA, A. **O processo de transição sociotécnica para a ecoinovação a partir de relações multinível**: o caso dos programas da Itaipu. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- MERCEDES, S.; RICO, J.; POZZO, L. Uma revisão histórica do planejamento do setor elétrico brasileiro. **Revista USP**, Dossiê Energia. n.104, p.13-36, 2015.
- MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS (MEA). **Market study**: wind energy in Brazil. Amsterdam: Final Report, 2014.
- MOREIRA, J. et al. Externalidades associadas à geração distribuída de energia elétrica a partir de biomassa. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. **Anais...** Campinas, 2004.
- MORRISON, J. **The social license**: how to keep your organization legitimate. London: Palgrave Macmillan, 2014.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Linking renewable energy to rural development**. Paris: OECD Secretariat, 2012.

- RAHMAN, M. et al. Environmental impact assessment of different renewable energy resources: recent development. In: RASUL, M.; AZAD, A.; SHARMA, S. (Eds.). **Clean energy for sustainable development**. Amsterdam: Elsevier, 2017. p.29-71.
- RIO GRANDE DO SUL. Companhia Estadual de Energia Elétrica. **Balço energético do Rio Grande do Sul**: ano base 2014. Porto Alegre, 2015.
- RIO GRANDE DO SUL. Companhia Estadual de Energia Elétrica. **Balço energético do Rio Grande do Sul**: 2005/2006/2007. Porto Alegre, 2008.
- RIO GRANDE DO SUL. **Governo do Estado lança Programa Rio Grande do Sul Energia**, 9 abr. 2007. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/governo-do-estado-lanca-programa-rs-energia>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- RIO GRANDE DO SUL. **Novas usinas aproximam o Rio Grande do Sul da autossuficiência na produção de energia**, 16 abr. 2006. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/novas-usinas-aproximam-o-rs-da-auto-suficiencia-na-producao-de-energia>>. Acesso em: 10 mar. 2018.
- RIO GRANDE DO SUL. **Prestação de contas** (1999; 2000; 2001): três anos crescendo com a participação popular. Porto Alegre: Palácio Piratini, 2002.
- RIP, A.; KEMP, R. Technological change. In: RAYNER, S.; MALONE, E. (Eds.). **Human choices and climate change**. Columbus, 1998.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Anuário do trabalho nos pequenos negócios**: 2015. Brasília, 2017.
- SMITH, A.; STIRLING, A.; BERKHOUT, F. The governance of sustainable socio-technical transitions. **Research Policy**, v.34, p.1491-1510, 2005.
- TOLMASQUIM, M. (Coord.). **Energia renovável**: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica. Rio de Janeiro: EPE, 2016b.
- TOLMASQUIM, M. (Coord.). **Energia termelétrica**: gás natural, biomassa, carvão, nuclear. Rio de Janeiro: EPE, 2016a.
- TORRES, A. et al. Transições de sistemas tecnológicos: o desafio da inclusão das matérias primas renováveis na indústria química brasileira. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GESTÃO DE TECNOLOGIA, 16., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 19 a 22 out. 2015.
- TURCONI, R.; BOLDRIN, A.; ASTRUP, T. Life Cycle Assessment (LCA) of electricity generation technologies: overview, comparability and limitations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v.28, p.555-565, 2013.
- VIEIRA, D.; CORREA, P.; CARMO, R. Os desafios para a expansão da oferta de energia elétrica. **Revista do TCU**, n.124, p.44-53, 2012.
- WHITTAM, G.; DANSON, M.; CALLAGHAN, G. Renewable energy, asset-base management and communities. **Regions**, v.287, n.3, p.10-12, 2012.