

## **INOVAÇÃO SOCIAL NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA: O CASO DE SANTA CRUZ DO SUL/RS**

DOI: 10.19177/rgsa.v9e32020521-539

**Markus Erwin Brose<sup>1</sup>**  
**Virginia Elisabeta Etges<sup>2</sup>**  
**Erica Karnopp<sup>3</sup>**  
**Verenice Zanchi<sup>4</sup>**

### **RESUMO**

Em abril de 2012, iniciou-se um novo ciclo na história do setor elétrico no Brasil com a autorização para microgeração distribuída de energia pelo consumidor, em oposição ao modelo centralizado em vigor até então. O município de Santa Cruz do Sul se destaca nesse contexto, tornando-se, a partir de 2014, um dos cinco polos geradores de energia fotovoltaica no país. O foco do presente artigo reside na interpretação da geração de energia de fonte renovável nessa cidade de médio porte como nicho de inovação no regime sociotécnico de geração e distribuição de energia elétrica vigente no país. A metodologia desta análise é baseada em pesquisa qualitativa e descritiva, mediante pesquisa bibliográfica; pesquisa de campo em empresas de painéis fotovoltaicos no município; entrevistas com agentes econômicos e análise de dados secundários nos demais municípios do estado. O aporte metodológico tem origem na Perspectiva Multinível de Frank Geels, que propõe a interpretação de transições em regimes sóciotécnicos rumo a maior sustentabilidade pelo detalhamento das interações sociais, políticas e econômicas, que ocorrem ao início das mudanças em nichos de inovação. Conclui que a inovação reside no controle do capital e na visão de longo prazo pelos agentes econômicos locais, pois famílias e empresas mobilizaram, em apenas cinco anos, ao menos R\$ 54 milhões para investimento em sistemas fotovoltaicos cuja vida útil é estimada em 26 anos.

**Palavras-chave:** Transição sociotécnica. Geração distribuída de energia. Santa Cruz do Sul.

<sup>1</sup> Doutor em Sociologia Política. Mestre em Gestão Pública. Professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional/UNISC. Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). <http://orcid.org/0000-0003-0539-8292> E-mail: [markus@unisc.br](mailto:markus@unisc.br)

<sup>2</sup> Doutora e Mestre em Geografia Humana. Professora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional/UNISC. <http://orcid.org/0000-0002-6976-8363> E-mail: [etges@unisc.br](mailto:etges@unisc.br)

<sup>3</sup> Doutora em Geografia. Mestre em Extensão Rural. Professora do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional/UNISC. <http://orcid.org/0000-0001-5976-2331> E-mail: [erica@unisc.br](mailto:erica@unisc.br)

<sup>4</sup> Doutora em Desenvolvimento Regional (2019). MBA em Gestão Empresarial. Graduação em Administração./UNISC. <http://orcid.org/0000-0001-5519-0612> E-mail: [verenice.zanchi@gmail.com](mailto:verenice.zanchi@gmail.com)

# SOCIAL INNOVATION IN DISTRIBUTED GENERATION: THE CASE OF SANTA CRUZ DO SUL/RS

## ABSTRACT

In April 2012, a new cycle began in the history of the energy sector in Brazil with the authorization for distributed microgeneration of energy by the consumer, as opposed to the centralized model in force until then. The municipality of Santa Cruz do Sul stands out in this context, becoming, as of 2014, one of the five poles generating photovoltaic energy in the country. The focus of this article is on the interpretation of renewable energy generation in this medium-sized city as a niche for innovation in the socio-technical regime of electricity generation and distribution in force in the country. The analysis methodology chosen was qualitative and descriptive research, through bibliographic research; field research with companies of photovoltaic panels in the city; interviews with economic agents and analysis of secondary data in other municipalities of the state. The methodological contribution comes from the Multi-Level Perspective of Frank Geels, who proposes the interpretation of transitions in socio-technical regimes towards greater sustainability by detailing the social, political and economic interactions that occur at the beginning of the changes in niches of innovation. Innovation lies in the control of capital and in the long-term vision by local economic agents, since families and companies have mobilized, in only five years, at least R\$ 54 million for investment in photovoltaic systems whose useful life is estimated at 26 years.

**Keywords:** Socio-technical transition. Distributed power generation. Santa Cruz do Sul.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e do consumo de energia elétrica, associado à natureza finita dos combustíveis fósseis e às externalidades geradas por grandes hidrelétricas, colocou em questão o modelo energético brasileiro ao final dos anos 1990. A característica central do sistema elétrico nacional residia na prioridade dada a megaprojetos hidrelétricos e grandes barragens com impactos ambientais e sociais. Uma herança do Regime Militar que, nos anos 1970/80, centralizou a geração de energia elétrica, demandando o transporte desta através de extensas redes de

transmissão que implicam em perdas de até um terço da energia gerada. O ‘apagão’ do verão de 2001/02, que obrigou o racionamento de energia em todo o país alterou a formulação das políticas públicas, originando crescente descentralização e privatização do setor elétrico (JERONYMO; GUERRA, 2018).

Um dos componentes do novo modelo, a Resolução Normativa 482, de abril de 2012, autorizou a geração distribuída, adaptando a experiência da *Renewable Energy Feed-in Tariff* de países europeus. Os consumidores, residenciais e comerciais, antes elementos passivos do sistema elétrico, passaram a deter o direito de geração de energia, próximo ao local de consumo. Essa resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, pelo qual o consumidor não apenas passa a gerar sua própria energia elétrica, como fornece o excedente para a rede de distribuição de sua localidade.

Essa legislação desencadeou uma acelerada mudança de paradigma. Entre outros, criando uma cadeia produtiva de energia fotovoltaica que, especialmente em regiões rurais, usualmente afetadas pelas hidrelétricas e barragens, torna mais ativo, portanto mais complexo, o debate sobre as tendências de geração de energia elétrica. Por um lado, recebendo contínuo apoio junto à opinião pública pelos impactos positivos mediante novas empresas, novos postos de trabalho e dinamização da econômica regional.

Críticas pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica [ABRADEE] (2018), enfatizam que o crescimento da viabilidade econômica de pequenos geradores de energia elétrica, a geração distribuída, apresenta um novo desafio para a operação dos sistemas elétricos. A partir da descentralização da geração as grandes empresas de distribuição alegam novos custos, pois passam a ter maior responsabilidade na operação do sistema, contrabalançando os efeitos intermitentes desses pequenos geradores, através da gestão de lagos e barragens.

Apesar do debate crítico, a utilização da fonte solar na geração de energia elétrica apresenta diversas vantagens. De acordo com a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica [ABSOLAR] (2016), contribui para diversificação da matriz energética, aumento da segurança no fornecimento, redução de perdas e alívio de transformadores e alimentadores. Sob o aspecto ambiental, há a redução da emissão de gases de efeito estufa, da emissão de materiais particulados e do uso de água para

geração de energia elétrica. Com relação a benefícios socioeconômicos, contribui com a geração de empregos, o aumento da arrecadação e o aumento de investimentos.

Esse trabalho detalha o caso do município de Santa Cruz do Sul, com 130.000 habitantes, uma cidade de médio porte localizada na Região Central do estado do Rio Grande do Sul (RS). Em apenas cinco anos, se destaca como um dos maiores polos geradores de energia fotovoltaica no país. Não se trata de investimento por parte do grande capital, mas de iniciativas de famílias e empresas locais que, de forma descentralizada, atendem à parcela da demanda de energia pela economia regional, mantendo o poder decisório nas mãos desses atores. Mantendo o controle do capital pelos agentes econômicos locais através de novas empresas, fortalecimento de cooperativas de crédito e associações setoriais de defesa da cadeia produtiva.

O artigo propõe a análise do processo da disseminação de geração de energia fotovoltaica no município de Santa Cruz do Sul como nicho de inovação, a partir da sua interação com o regime sociotécnico vigente no país. O aporte metodológico tem como referencial a Perspectiva Multinível por Frank Geels, que propõe a interpretação de transições sociotécnicas mediante o detalhamento das interações sociais, políticas e econômicas que ocorrem na fase inicial das mudanças. Além desta introdução, o artigo aborda a discussão teórico-metodológica sobre transições sociotécnicas, seguido da apresentação do caso do município de Santa Cruz do Sul/RS e respectiva análise, culminando com as considerações finais.

## **2 TRANSIÇÕES SOCIOTÉCNICAS E NICHOS DE INOVAÇÃO**

Seguindo Smith, Stirling e Berkhout (2005), o referencial teórico para analisar inovações, suas interações com a gestão ambiental e a adaptação climática está ampliando o escopo, originalmente por produto ou por empresa, para a interpretação de processos. Esse enfoque parte do pressuposto de que empresas e inovações tecnológicas têm autonomia limitada, pois, estão enraizadas (*Embedded*, em inglês) na sociedade (RIP; KEMP, 1998). A pesquisa sobre inovações rumo a maior sustentabilidade 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, o que passa a ser denominado de regime

sociotécnico, cujo desafio atual consiste em atender às demandas da sociedade de modo adaptado às mudanças climáticas.

Detalhada em recente síntese pela Agência Ambiental da União Europeia [EEA] (2018), transições de regimes 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 em conflitos, no caso da articulação de resistências contra a inovação.

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

Frank Geels define regime sociotécnico baseado na Sociologia da Tecnologia e realça que artefatos, por si só, não têm poder. Apenas quando associados à ação humana, às estruturas sociais e às organizações, artefatos tecnológicos exercem funções relevantes. Funções sociais, tais como transporte, comunicação, fornecimento de água e de energia, entre outros, consistem de um conjunto de elementos que o autor denomina de regime sociotécnico, composto pela tecnologia, além da regulação, práticas de uso e mercado, simbolismo cultural, infraestrutura, redes de manutenção e redes de oferta associados a um ou mais padrões tecnológicos dominantes. Em resumo, a concepção de regimes sociotécnicos ressalta que mudanças tecnológicas não dependem apenas de inovações técnicas, mas também de instituições, atores sociais e redes de poder, que possibilitam que as mudanças ocorram.

Estudos em transição tecnológica usualmente focam em inovações geradas por empresas e a velocidade de sua difusão junto aos consumidores. Em geral, esses estudos possuem uma dimensão histórica, na medida em que a adoção da inovação é analisada em retrospectiva. O marco referencial da MLP propõe a interpretação de transições sociotécnicas enquanto ainda em curso. Esse enfoque propõe detalhar as interações sociais, políticas e econômicas que ocorrem na fase inicial das mudanças a partir de nichos de inovação. Estudos recentes sobre transições tecnológicas norteados por este aporte teórico-metodológico têm privilegiado o enraizamento regional, como a produção agroecológica em regiões europeias (SUTHERLAND et al., 2015).

Processos de mudanças sociotécnicas que possibilitam a adoção de novas tecnologias geram crises em escalas variadas. Os elementos de um regime estabelecido são interdependentes e criam mecanismos de reforço que protegem tecnologias conhecidas. Novas tecnologias enfrentam desafios, pois há regulações, infraestruturas, práticas de uso e redes de manutenção associadas à tecnologia padronizada, que dificultam a inovação na economia regional.

Por esta razão, estudos de transição sociotécnica rumo à maior sustentabilidade são interdisciplinares. Valem-se de elementos da Economia Evolucionária Neo-Schumpeteriana, que prioriza mudanças de longo prazo e que desenvolveu o conceito de regimes tecnológicos, no intuito de interpretar a coordenação entre grande número de empresas. Abordam também conceitos da Teoria da Estruturação de Giddens (1984), que não se restringe ao dualismo social/individual e ressalta que importa ser sensível às habilidades que os agentes possuem para coordenar seu comportamento cotidiano, pautado pelo conhecimento sobre as condições e consequências do que fazem. Aplicam, ainda, conceitos dos estudos da inovação em administração, enfatizando a complexidade, a fluidez e a contextualização de inovações (ELZEN; GEELS; GREEN, 2004).

O conceito de coevolução reforça a interação entre os subsistemas que influenciam a dinâmica das mudanças em curso. Os subsistemas econômico, tecnológico, ambiental e institucional interagem, respondendo a pressões mútuas. Neste sentido, interpretar transições sociotécnicas implica em analisar de forma interdisciplinar estruturas, culturas e práticas sociais envolvidas na transição. Estruturas incluem aspectos tangíveis, formais, jurídicos e econômicos que permitem

ou inibem novas práticas. A cultura inclui elementos discursivos, cognitivos e ideológicos da construção de novas identidades. E as práticas sociais incluem as rotinas, os hábitos e os procedimentos, através dos quais os agentes (pessoas físicas ou jurídicas) mantêm as inovações.

A revisão de uma década de produção acadêmica em transições sociotécnicas por Sutherland *et al.* (2015), distingue dois enfoques básicos. Em primeiro lugar, os estudos com perspectiva histórica, que visam reconstruir as interações sociais, políticas e econômicas ao longo das mudanças, evidenciando que estas não são planejadas, a exemplo da transição de barcos a vela para barcos a vapor na navegação fluvial (GEELS, 2002), ou da transição de carruagens para automóveis na mobilidade urbana (GEELS, 2005). Estas transições derivaram de um conjunto de inovações tecnológicas e da sua aceitação pelos usuários, gerando novas cadeias produtivas e novos paradigmas. Os processos coevoluíram em diferentes esferas da sociedade, sendo que respostas por políticas públicas, leis e normas ocorreram *a posteriori*.

Em segundo lugar, os autores identificam os estudos que analisam mudanças em curso que possuem como característica a busca por maior sustentabilidade no paradigma sociotécnico vigente. Essa corrente de análise admite um enfoque normativo implícito, expresso em novos modelos tecnológicos mais sustentáveis. Por serem transições em curso, cujo resultado final ainda não é conhecido, as opiniões dos analistas variam quanto à sua classificação como inovações incrementais ou radicais. Wolsink (2018) argumenta que no intuito de promover uma transição no sistema de energia para maior sustentabilidade regional, os agentes econômicos devem participar da coprodução e distribuição de energia elétrica, caracterizando, assim, a geração distribuída. A coprodução possui vínculo territorial, pois as unidades de geração distribuída de energia dependem dos recursos naturais.

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 *startups* 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 a tendência dos

primeiros estudos com MLP de 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.

Um segundo argumento, quanto à relevância da escala de projetos de infraestrutura, foi apresentado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD). 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).

Os casos, nos quais foi possível integrar iniciativas de energia de fonte renovável ao desenvolvimento territorial, apresentam as seguintes características:

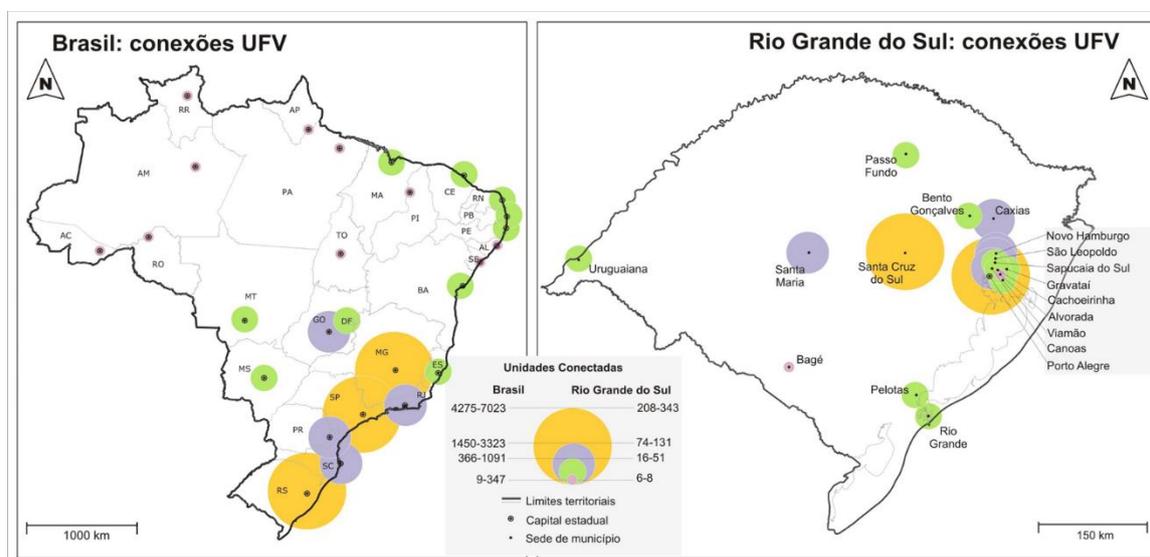
- A iniciativa por geração de energia de fonte renovável partiu dos atores locais, e não de uma política centralizada, sendo que a definição da escala e da tecnologia reflete oportunidades e capacidade de investimento dos atores;
- As iniciativas privilegiam o abastecimento do consumo local, com efeitos e impactos diversificados sobre as cadeias produtivas regionais, evitando o mercado da energia como *commodity*, em que 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 do Estado;
- A preferência recai sobre tecnologias maduras, como biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e energia eólica, que não passam por saltos de inovação que ampliariam o risco de tornar as instalações obsoletas.

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 atores locais e, tendencialmente, menos externalidades negativas, o que esse trabalho define como a dimensão política de projetos de energia distribuída.

### 3 GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA EM SANTA CRUZ DO SUL/RS

O acelerado investimento privado, familiar e comercial em geração de energia fotovoltaica em Santa Cruz do Sul, caracteriza-se como uma aposta na inovação tecnológica e na descentralização de processos decisórios quanto ao abastecimento local de energia elétrica (Figura 1). Combina forte apelo econômico e ambiental, uma vez que está em pauta, tanto a redução de custos com energia elétrica para o consumidor, como a preocupação com a sustentabilidade do sistema elétrico.

Figura 1 - conexões em geração distribuída no RS (2012-2018)



Fonte: Elaborado pelos autores.

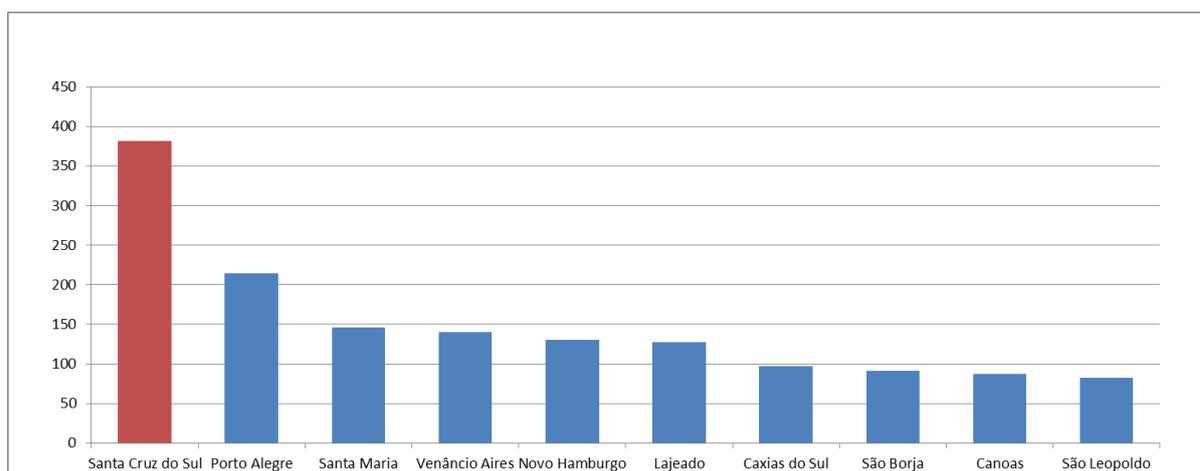
No RS, a produção de energia solar passou de 6 kW, em 2013, para 32.000 kW em 2018, com uma média de 4,4 novas unidades consumidoras conectadas/dia. Somente no ano de 2018 foram sete novas unidades conectadas/dia (CIGANA, 10/12/18). Segundo dados da ANEEL (até dezembro de 2018), no ranking dos estados com maior penetração de energia fotovoltaica o RS figura na terceira posição, após Minas Gerais e São Paulo, com 6.616 unidades consumidoras conectadas que somavam potência instalada de 83.000 kW (ANEEL, 2018).

O município de Santa Cruz do Sul não apenas lidera o ranking estadual, tanto no número de conexões (Figura 2), como em potência instalada (Figura 3), figurando ainda como o quinto município no país em número de unidades consumidoras. Até junho de 2019, foram 768 unidades consumidoras conectadas à rede no município,

somando potência instalada de 10.800 kW. Em média, foram 13 novas instalações ao dia em 2019, gerando uma nova cadeia produtiva no município. Por classe, predominam as conexões residenciais (60%) sobre as comerciais (33%) (ANEEL, 2019).

Segundo informações obtidas junto a fornecedores, o investimento médio por sistema instalado por família é de R\$ 50.000 e, por empresa, é de aproximadamente R\$ 100.000. Esses dados evidenciam uma estimativa de R\$ 70.000 por sistema instalado, totalizando em cinco anos ao menos R\$ 54 milhões investidos pelos agentes econômicos em sistemas fotovoltaicos no município, sendo que a vida útil estimada das placas solares pelos fabricantes é de 26 anos.

Figura 2 – Unidades instaladas por município/RS (2012-2018)



Fonte: adaptado de ANEEL (2018).

Este processo de inovação na região da Bacia do Rio Pardo teve início logo após a entrada em vigor, em abril de 2012, da Resolução Normativa ANEEL N. 482, que permitiu ao consumidor gerar sua própria energia elétrica, a partir de fontes renováveis. A resolução inovou possibilitando a micro e a minigeração distribuída de energia elétrica, iniciando um processo de democratização do mercado gerador de energia. A redução dos custos foi fator preponderante, pois, em meados de 2016, o investimento médio para uma unidade residencial estava em R\$ 44 mil, dois anos depois o mesmo conjunto de módulos custava R\$ 29 mil (CIGANA, 10/12/18).

A primeira microusina fotovoltaica de Santa Cruz do Sul foi projetada e instalada pela empresa Solled, em junho de 2014, para uma clínica médica (GZH, 09/06/14). O investimento em 20 módulos fotovoltaicos com capacidade para gerar

4,8 kW somou R\$ 27 mil. Uma parcela de R\$ 3,2 mil foi acessada como subsídio do Fundo Solar, então gerido pelo Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas, sediado em Florianópolis.

De acordo com o depoimento da proprietária da empresa, Mara Andrea Schwengber, em entrevista concedida em 22 de agosto de 2018, Santa Cruz do Sul vive uma situação “fora da curva”. Quando se trata de geração de energia fotovoltaica, “estamos muito acima da média nacional”, afirma a empresária. Uma vez instalados os primeiros projetos, notícias na imprensa local auxiliaram na divulgação.

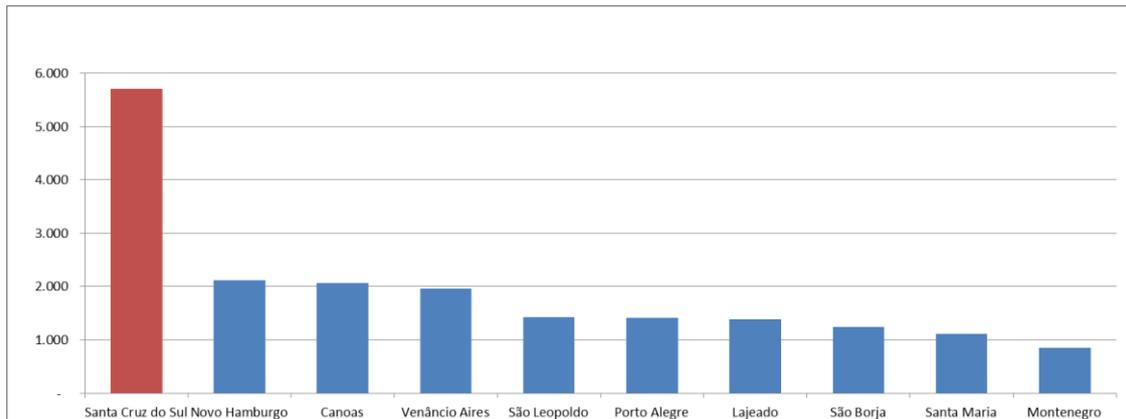
Quando foi construída a legislação no Brasil, que saiu no final de 2012, nós já tínhamos “clientes vendidos”, contratos assinados de compra de equipamento e aí a gente precisava dessa regulamentação para instalar e conectar na rede. E aí a gente mandou os primeiros projetos no começo de 2013 e levamos 10 meses para aprová-los, porque existia muita, muita dúvida de entendimento da concessionária, muita dúvida de entendimento da legislação, muita dúvida nossa sobre equipamentos e marcas, porque ainda não havia classificação do Inmetro [Instituto Nacional de Metrologia]. Aí a gente importou esses equipamentos porque não tinha no Brasil e lá por outubro de 2013 a gente conseguiu conectar à rede. E quando nós conectamos aqui no Rio Grande do Sul era a AESul, aí veio toda a equipe de engenharia de São Leopoldo, todos os engenheiros vieram aqui pra Santa Cruz para fazer a vistoria do projeto porque eles não tinham nenhuma experiência nisso, então eles queriam ver como isso ia funcionar, era novo para eles também. (Schwengber, entrevista em 18/08/2018).

Relata ainda a empresária que no processo de instalação dos primeiros sistemas uma das principais dificuldades foi a confusão, na opinião popular, entre geração de energia e o sistema de aquecimento de água. A Solled iniciou suas operações na instalação e manutenção de postes e radares, movidos a placas fotovoltaicas, ao longo de rodovias. Foi responsável, entre outros, pela instalação do sistema fotovoltaico ao longo da rodovia BR 163, em Mato Grosso do Sul. No Rio Grande do Sul, foi responsável pela instalação de postes com placas solares em estradas na Serra Gaúcha e na rodovia FreeWay.

Após a flexibilização da legislação, em 2012, a Solled ampliou sua atuação para projetos individuais. Em 2016, a empresa testou novo modelo de negócio pela geração remota de energia, a partir de uma microusina fotovoltaica, cujo espaço é locado para uma papelaria, que não dispõe de área própria. A locação do espaço permite a geração de créditos para o estabelecimento, por meio de 142 módulos, produzindo 44,7 kW.



Figura 3 – Potência Instalada (kW) por município/RS (2012-2018)



Fonte: adaptado de ANEEL (2018).

A ação inovadora pela cooperativa de crédito Sicredi-Vale do Rio Pardo foi igualmente decisiva para desencadear a expansão dos sistemas fotovoltaicos na região. Lançou, em 2017, uma linha de financiamento específica para pessoas físicas e jurídicas para a instalação de sistemas fotovoltaicos. Até dezembro de 2018, foram concedidos mais de 300 financiamentos em nove municípios da região, somando R\$ 35 milhões injetados na economia regional.



A gente começou a trabalhar nessa questão de inovação, firmar uma parceria com a Caixa [Econômica] e trazer os financiamentos via Proger, que também ninguém fazia no Brasil. A Caixa começou fazendo aqui e daqui foi passando para o restante do Brasil. Quando foi esse momento aí de financiamento, começou a entrar empresas e começou a aumentar o número de usinas, padarias, minimercados, aí se deu um outro impulso regional. Em março de 2017 o Sicredi lançou a linha sustentabilidade e já financiaram aqui no Vale do Rio Pardo até a semana passada em torno de 28 milhões. Com isso houve uma nova alavancada muito grande, porque a grande dificuldade do fotovoltaico é linha de financiamento, e quando a cooperativa de crédito fez essa linha, aumentou muito a demanda. Então nós financiamos 40% desse volume que o Sicredi liberou, então nosso faturamento no ano passado triplicou em função dessas linhas de financiamento disponíveis. Então o pessoal, culturalmente, vê isso acontecendo e o resultado alcançado, porque a gente tem muito de “ver pra crer”, então quando eu tenho um vizinho, e tu vê que funciona, eu já quero ter. Então é muito mais fácil eu ter em função do meu vizinho ter, então tu já começa: o meu mercado tem eu conheço seis pessoas do meu relacionamento que têm mercado, os seis vão ter interesse em colocar. Eu tenho restaurante, eu janto lá no clube que tem um restaurante eu falo a respeito disso, os outros têm interesse em colocar, e aí a gente entra numa questão exponencial mesmo, de crescimento. (Schwengber, entrevista em 18/08/2018).

A atuação da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC) contribui para esse processo como produtora de conhecimento. Por um lado, diversos técnicos, gestores e demais profissionais entrevistados para esse trabalho são formados pela UNISC, em áreas como administração, engenharia ou direito. Por outro lado, trabalhos acadêmicos vêm gerando conhecimento sobre o tema (Wenceslau, 2013; Henker,

Rodrigues, Costa, Kearcher, & Machado, 2014; Thomé, 2015; Oliveira, 2016; Rabuske, Friedrich, & Fontoura, 2018; Silva, 2018). Além disso, a universidade participa ativamente da inovação, pois, desde 2016, adquire seu suprimento de energia elétrica no mercado livre, privilegiando fontes renováveis e, entre 2015 e 2018, foram instalados 234 módulos fotovoltaicos no campus central, somando 57 kW, e no campus na cidade de Montenegro foram instalados 40 módulos.

A instituição municipal Banco do Povo, registrou em dois anos, entre 2017 e 2018, o apoio financeiro e a orientação técnica a seis novos empreendimentos locais. São ex-funcionários de empresas de venda e instalação de sistemas fotovoltaicos que, diante do crescimento acelerado de serviços de manutenção, decidiram se tornar autônomos para prestar assistência técnica a sistemas instalados e que passam por problema técnico.

O processo de expansão da geração distribuída na bacia do Rio Pardo dialoga com o debate em escala nacional. Em 2015, foi criada a Associação Brasileira de Geração Distribuída, com sede em São Paulo, incluindo representação de Santa Cruz do Sul em sua diretoria. Em maio de 2018, o Fórum de Geração Distribuída com Fontes Renováveis foi realizado em Porto Alegre, congregando representantes de empresas, técnicos e pesquisadores dos estados da Região Sul.



#### **4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

O setor energético passa por um processo de intensa transformação no Brasil. Dada sua relevância no volume das emissões de gases de efeito estufa, os sistemas energéticos constituem uma das prioridades das ações de mitigação do aquecimento global. A transição energética para maior sustentabilidade é liderada por países ou regiões centrais, com foco na difusão de fontes renováveis para a geração de eletricidade, como o fim da geração a carvão mineral no Reino Unido, o desinvestimento da Alemanha em energia nuclear ou o sistema de limite de emissões adotado pelo estado da Califórnia.

O tipo de transição referido neste trabalho é conhecido como “transição energética de baixo carbono”, constituída por uma agenda que envolve estratégias públicas e privadas, em torno da ideia de uma transformação nos sistemas energéticos, fomentando sua descarbonização. Territórios nos quais essa transição é

estimulada estão sujeitos a diferentes restrições, seja pelas características históricas de suas matrizes energéticas, ou características institucionais e econômicas. Dessa forma, os desafios impostos podem ser heterogêneos, assim como as estratégias adotadas.

Sistemas elétricos são dinâmicos e encontram-se em constante mudança, seja por alterações ocorridas no meio ambiente, seja por modificações na legislação, ou pela alteração de preços na economia. Transições no sistema elétrico constituem transições sociotécnicas, ou seja, envolvem inovações em tecnologia, políticas públicas e comportamento dos consumidores, para cumprimento das funções sociais atribuídas ao sistema elétrico. A adoção de tecnologias e novos comportamentos são mediados por valores sociais, as preferências do consumidor.

A transição energética rumo a maior sustentabilidade ocorre em um cenário complexo no Brasil, a partir de uma teia intrincada de elementos, dentre os quais a demanda crescente por energia representa apenas um dos seus constituintes. Após o apagão de 2001/02, ou no mais tardar após a polêmica acerca da construção da hidrelétrica de Belo Monte na Amazônia, as discussões que perpassam a sociedade brasileira extrapolam os limites do planejamento quanto à quantidade de energia a ser gerada de acordo com projeções revistas anualmente, estando cada vez mais centradas na forma como a energia será gerada, especialmente o custo crescente das externalidades negativas do modelo centralizado. Argumentamos, portanto, que importa o estudo da geração distribuída mediante um referencial teórico mais amplo que o usual na engenharia elétrica, avançando em relação ao paradigma quantitativo, ainda predominante. Como a energia é gerada, e quem controla o capital, importa tanto quanto os detalhes tecnológicos.

Em apenas cinco anos, o município de Santa Cruz do Sul integra o topo do ranking dos maiores produtores de energia fotovoltaica no país, ultrapassando tanto, em número de sistemas, como em capacidade instalada, a capital do estado ou os municípios da região metropolitana. Observa-se, no caso relatado, que as categorias apresentadas por Frank Geels podem ser utilizadas para ressaltar que a transição do sistema sociotécnico de geração de energia por fonte renovável em curso em Santa Cruz do Sul não depende de planejamento estatal centralizado, ocorre por iniciativa e comando dos atores locais que são empoderados nesse processo, passando de meros compradores passivos de energia a cogeneradores de energia.

A partir das visitas e entrevistas realizadas para essa pesquisa, os fatores motivacionais para esta acelerada expansão da geração distribuída no município realçam a complexidade e a interdisciplinaridade do tema:

- Aumento contínuo da tarifa de energia elétrica frente à redução anual do custo dos módulos fotovoltaicos, que saíram da categoria de “luxo” para serem descritos como “necessidade”;
- Divulgação ‘boca-a-boca’, através de pessoas consideradas de confiança, como parentes, vizinhos e amigos;
- Segurança da rentabilidade do investimento pela legislação favorável ao consumidor;
- Garantia de vida útil dos módulos solares por 26 anos;
- Satisfação pessoal pela produção de energia elétrica sem impacto ao meio ambiente;
- Sensação de “liberdade” e “autonomia” frente à histórica dependência por serviços considerados de baixa qualidade pelas concessionárias, sejam estatais ou privadas;
- Entre as externalidades positivas, destaca-se a melhoria das instalações de acesso à rede, pela concessionária, contribuindo para a melhoria da infraestrutura regional.



Um elemento central relatado durante a coleta de dados reside na confiança entre os agentes econômicos locais. Informantes ressaltaram a relevância dos relacionamentos pessoais nestes primeiros anos de experiência com geração distribuída. Parcela significativa dos entrevistados relatou conhecer pessoalmente o proprietário, ou o representante comercial da empresa integradora, além de manterem histórico de relacionamento com a cooperativa de crédito que oferece condições consideradas vantajosas de financiamento, possibilitando que a decisão a favor da instalação do sistema fotovoltaico fosse tomada em poucos dias.

Por outro lado, as reclamações quanto à concessionária de energia elétrica são recorrentes. A demora em vários casos, de até seis meses na efetiva instalação e conexão à rede, deve-se aos longos prazos, e frequentes atrasos, por parte da concessionária. Uma empresa cujo corpo técnico sediado nas cidades de Caxias do Sul e São Leopoldo, no RS, e gestores sediados na cidade de Campinas/SP, estão centenas de quilômetros distantes da região, o que inviabiliza a negociação individual.

A instalação de microusinas de geração fotovoltaica encontra-se em fase de expansão no município de Santa Cruz do Sul, gerando uma nova cadeia produtiva, mediante novas empresas, novos postos de trabalho e novas formas de geração de renda. Conforme depoimentos colhidos entre agentes econômicos participantes deste processo, tanto o estoque do capital social do município, o conhecimento produzido pela universidade regional, assim como a disponibilidade de assistência técnica e financeira constituem elementos centrais para interpretar a nova cadeia produtiva. Argumentamos que, de acordo com a classificação proposta por Frank Geels, o município constitui um nicho de inovação em um processo de transição sociotécnica rumo a maior sustentabilidade.

A expansão quantitativa de novas unidades geradoras pode alterar, de forma significativa o sistema elétrico regional. A geração distribuída de energia fotovoltaica pode se revelar tecnologicamente tão disruptiva para a matriz energética como foi a democratização da motocicleta na mobilidade urbana ou a adoção do celular nas telecomunicações. A energia de origem fotovoltaica é intermitente e requer, portanto, que o sistema interligado nacional disponha de reservas – reservatórios de hidrelétricas – ou outras fontes de rápido despacho – como termelétricas. O que torna a operação e gestão estatal do sistema elétrico, hoje um reduto de cargos de nomeação política e interesses partidários os mais diversos, ainda mais complexo e conflituoso, na medida em que a democratização da geração amplia as demandas por transparência e eficiência na gestão.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde 2014, o município de Santa Cruz do Sul, cidade média com cerca de 130.000 habitantes na Região Central do estado do Rio Grande do Sul, experimenta processo acelerado de expansão da capacidade de geração de energia elétrica. A geração distribuída de energia, mediante instalação de sistemas fotovoltaicos, mobilizou recursos locais da ordem de R\$ 54 milhões, criando ao menos sete empresas integradoras e dezenas de novos postos de trabalho. O município integra o topo do ranking nacional de geração distribuída, ultrapassando centros urbanos maiores ou mesmo a região metropolitana da capital.

De acordo com a Perspectiva Multinível, nichos de inovação são formados por redes de relacionamento enraizadas no território, que fomentam a inovação tecnológica em transições rumo a maior sustentabilidade. O presente trabalho argumenta que o processo de inovação tecnológica em curso em Santa Cruz do Sul não decorre de intervenção por políticas públicas, sejam federais ou estaduais. Menos ainda, por estímulo da concessionária de distribuição de energia, de propriedade de uma estatal chinesa, que na medida do possível adia, ou dificulta, a promoção de sistemas fotovoltaicos. A inovação decorre da iniciativa dos agentes econômicos locais, famílias e empresas, que estão aportando capital próprio e mantendo o controle dos processos decisórios.

Com base em estudos correlatos, argumentamos que para além dos aspectos tecnológicos do processo de expansão da geração distribuída em Santa Cruz do Sul, a escala e a propriedade do capital importam para os impactos territoriais. A decisão a favor de sistemas fotovoltaicos reside entre os agentes econômicos locais em Santa Cruz do Sul e, pelos próximos 26 anos, vai permear as estratégias de desenvolvimento de base territorial.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Registro de unidades consumidoras com geração distribuída**. Brasília. Recuperado em 17 janeiro, 2019, de <<https://www.aneel.gov.br>>, 16 dez. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Registro de unidades consumidoras com geração distribuída**. Brasília. Recuperado em 20 agosto, 2019, de <<https://www.aneel.gov.br>>, 30 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA. **Visão geral**. Recuperado em 12 agosto, 2018, de <<https://www.abradee.com.br/setor-eletrico/visao-geral-do-setor>>, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA. **Geração distribuída solar fotovoltaica**. Encontro Nacional dos Agentes do Setor Elétrico. Rio de Janeiro, 2016.

CIGANA, C. Produção de energia solar no RS passa de 6 kW para 31,7 mil kW em cinco anos. **Zero Hora**, Caderno Economia, Porto Alegre. Recuperado em 10 dezembro, 2018, de <<https://gauchazh.clicrbs.com.br>>, 27 abr. 2018.

ELZEN, B.; GEELS, F.; GREEN, K. (Eds.). **System innovation and the transition to sustainability**: Theory, evidence and policy. Cheltenham: Elgar, 2004.

EUROPEN ENVIRONMENT AGENCY. **Perspectives on transitions to sustainability**. EEA Report 25. Copenhagen, 2018.

GAÚCHAZH. Clínica gaúcha inaugura primeiro sistema fotovoltaico com apoio do Fundo Solar. **Zero Hora**, Porto Alegre. Recuperado em 8 janeiro, 2019, de <<https://gauchazh.clicrbs.com.br>>, 9 jun. 2014.

GEELS, F. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. **Research Policy**, 31(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**, 17(4), p. 445-476, 2005.

GEELS, F. The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticism. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, 1(1), p. 24–40, 2011.

GIDDENS, A. **The constitution of society**. Outline of the theory of structuration. Oxford: Polity Press, 1984.

GOMES, L.; SALERNO, M.; FLEURY, A.; SARAIVA JR., A. Inovação como transição: uma abordagem para o planejamento de spin-offs acadêmicos. **Production**, 26(1), p. 218-234, 2016.

HENKER, E.; RODRIGUES, F.; COSTA, B.; KEARCHER, J.; MACHADO, E. Água potável com desumidificação do ar e energia solar: adaptação ao stress hídrico. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, 19(3), p. 345-352, 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Desafios da nação**. v. 1. Brasília: IPEA, 2018.

JERONYMO, A.; GUERRA, S. Caracterizando a evolução da eletrificação rural brasileira. **REDES – Revista do Desenvolvimento Regional**, 23(10), p. 133-156, 2018.

JOYCE, S.; THOMSON, I. Earning a social license to operate: social acceptability and resource development in Latin America. **The Canadian Mining Bulletin**, 93(1037), p. 49-53, 2000.

MENDONÇA, A. **O processo de transição sociotécnica para a ecoinovação a partir de relações multinível**: o caso dos programas da Itaipu. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, 2014.

MORRISON, J. **The social license**: How to keep your organization legitimate. London: Palgrave Macmillan, 2014.

OLIVEIRA, F. **Projeto de um subsistema para a transferência de carga para usinas de microgeração fotovoltaica**. Trabalho de conclusão de graduação. Universidade de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 2016.

ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Linking renewable energy to rural development**. Paris: OECD Secretariat, 2012.

RABUSKE, R.; FRIEDRICH, L.; FONTOURA, F. Análise da viabilidade para implantação de energia fotovoltaica com sombreamento de estacionamento. **Estudos do CEPE**, 47, p. 36-48, 2018.

RIP, A.; KEMP, R. Technological Change In: RAYNER; MALONE. (Eds.). **Human choices and climate change**. Columbus: Battelle, 1998.

SILVA, L. **Análise do processo das equipes de operação de campo em uma distribuidora de energia elétrica**. Trabalho de conclusão de graduação. Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 2018.

SMITH, A.; STIRLING, A.; BERKHOUT, F. The governance of sustainable socio-technical transitions. **Research Policy**, 34, p. 1491-1510, 2005.

SUTHERLAND, L.; DARNHOFER, I.; WILSON, G.; ZAGATA, L. (Eds.). **Transition pathways towards sustainability in European agriculture**. Wien: University of Natural Resources and Life Sciences, 2014.

THOMÉ, G. **(In)Viabilidade da transformação na matriz energética brasileira**. Trabalho de conclusão de graduação. Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 2015.

TORRES, A.; MARTINS, J.; OROKI, F.; ALVES, F. Transições de sistemas tecnológicos: o desafio da inclusão das matérias primas renováveis na indústria química brasileira. **Congresso Latino-Americano de Gestão de Tecnologia**, Porto Alegre, RS, Brasil, 16, out. 2015.

WENCESLAU, F. **PROINFA: uma contribuição para a diversificação da matriz energética no RS?** Dissertação de mestrado. Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 2013.

WHITTAM, G.; DANSON, M.; CALLAGHAN, G. Renewable energy, asset-base management and communities. **Regions**, 287(3), p. 10-12, 2012.

WOLSINK, M. Co-production in distributed generation: renewable energy and creating space for fitting infrastructure within landscapes. **Landscape Research**, 43(4), p. 542-561, 2018.