Id.:EE_09

ANÁLISE SOCIOTÉCNICA: UMA "NOVA" ABORDAGEM NO ESTUDO DE TRANSIÇÕES ENERGÉTICAS

Bernardo S. Lobato[1], Sonia S. Mercedes[1]

[1] Departamento de Engenharia Nuclear, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Cidade Universitária, Pampulha, Belo Horizonte, MG, Brazil
lobato_bernardo@hotmail.com soniasegermercedes@ufmg.br

Palavras-Chave: Transição Energética; Análise Sociotécnica; Sistemas Energéticos

RESUMO

Este artigo consiste em levantamento bibliográfico preliminar sobre Análise Sociotécnica (AS) aplicada à pesquisa sobre Transição Energética (TE). São introduzidas características gerais da AS e elaborada breve compilação sobre seus antecedentes. Aprofunda-se a descrição dos desdobramentos da AS "*Perspectiva Multinível" e* "*Imaginário Sociotécnico",* mais frequentes nos resultados do levantamento realizado. Busca-se abordar, também, a aplicação de técnicas de modelagem como parte do instrumental da AS, característica evidenciada nos artigos revisados. Por fim, são tecidos comentários iniciais quanto à aplicabilidade desse arcabouço no estudo de transições energéticas.

1. INTRODUÇÃO

Fenômenos de transições energéticas (TE) envolvem sistemas de energia, ambiente e sociedade e suas interrelações. Seu desenvolvimento e transformações envolvem tal complexidade, que o seu entendimento exige uma abordagem interdisciplinar. Nesse contexto, a constituição de novos paradigmas de interpretação e análise da realidade tornam-se inadiáveis inserindo-se aí a Análise Sociotécnica (AS).

A Análise Sociotécnica prevê que processos de transição tecnológica, por exemplo, emergem em circunstâncias sociais específicas, nas quais determinados atores interagem de distintas formas para o estabelecimento de uma nova configuração em um sistema (sociotécnico) preexistente (novas práticas sociais, discursos, regulações político-institucionais, mecanismos de mercado, entre outros).

Este artigo apresenta os resultados preliminares da aplicação da técnica da Revisão Sistemática de Literatura (RSL), tendo como alvos de pesquisa a abordagem teórico-analítica conhecida como "Análise Sociotécnica" e o(s) processo(s) denominado(s) "Transição Energética", a fim de investigar as possibilidades e o potencial analítico da primeira, quando aplicada ao estudo do segundo. Assim, foram estabelecidas condições a serem atendidas pelos artigos que constituíram o conjunto revisado ao final, apto a responder a uma "pergunta de pesquisa" predeterminada, contemplando, assim, o objetivo proposto.

São apresentadas aqui as principais contribuições realizadas à construção da abordagem AS, pela compilação do pensamento de alguns dos autores mais citados, aprofundando a descrição dos conceitos constituintes da AS mais frequentes nos artigos selecionados: a *Perspectiva Multinível* (**m**ulti **l**evel **p**erspective **– MLP)** e o *Imaginário Sociotécnico.* Também são apontados alguns desafios da aplicação de modelagem

computacional no desenvolvimento de análises sociotécnicas, finalizando com a apresentação de um conjunto de limitações e vantagens deste referencial, quando aplicado à TE.

É importante que não se confunda Análise Sociotécnica com estudos das relações sociais envolvendo energia. A primeira considera elementos humanos e não humanos interagindo entre si, em uma espécie de rede, composta por unidades materiais e imateriais. A última abrange a primeira, além de uma literatura muito mais ampla, que não é objeto desta revisão. As estruturas descritas nas próximas seções, por sua vez, não representam todos os elementos conceituais pertencentes ao universo da AS. Foram privilegiadas, não obstante, por terem sido as mais recorrentes nos artigos resultantes desta RSL.

2. ANÁLISE SOCIOTÉCNICA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE – ANTECEDENTES DA CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL TEÓRICO-ANALÍTICO DA PESQUISA

A Análise Sociotécnica tem suas origens situadas no pós II Guerra, no campo das Ciências Sociais, mais precisamente no estudo das organizações e sua eficiência, partindo das premissas da Teoria de Sistemas, de Bertalanffy, que a antecedem. As primeiras menções a esta abordagem analítica datam do final dos anos 1940, tendo sido inicialmente conhecida como Modelo Sociotécnico de Tavitock, em referência à instituição onde foi desenvolvida.

Mais recentemente, a obra "The evolution of large technologial systems" [1], entre os quais podem ser inseridos os objetos dessa pesquisa (sistemas energéticos de abrangência nacional), é recorrentemente referenciada quando se trata de MLP e imaginários sociotécnicos. Nela se entende que a implementação de grandes infraestruturas transpassa áreas de conhecimento, formando um tipo de "tecido sem costura" [1, p.9]. Se inovações - considerados aqui os nexos com transformações transições, reestruturações - são nele introduzidas e adquirem crescimento prolongado e consolidado, com direção específica e uma certa taxa de crescimento, essas inovações adquirem *momentum.* Diz-se então que a inovação adquire uma "massa" de componentes técnicos e organizacionais. Este sistema tecnológico recém formado, quando estabelecido, altera as práticas pré-existentes. Uma análise sociotécnica, portanto, situa-se entre o determinismo tecnológico e o construtivismo, dado que a tecnologia influencia e é influenciada por fenômenos sociais [1].

Bruno Latour, Artie Rip e René Kemp [2-4] citam e são citados por [1] como referência na construção de suas análises sobre inovações tecnológicas. Latour afirma que a sociedade e a tecnologia não são entidades ontologicamente distintas [2, 3]. As tecnologias são redes de elementos humanos e não humanos, que se manifestam sempre por formações ou reconfigurações de laços sociais (Teoria do Ator-Rede). Ele indica duas dimensões para a inovação, que atuam em conjunto: Associação e Substituição. A primeira se refere à necessidade de estabelecer um novo significado simbólico entre os elementos de uma rede, mas, para surgir esse significado, é necessário o "enriquecimento do programa de ação" (substituição) [2, p.107]. Latour aponta a insuficiência de modelos caracterizados pelo determinismo tecnológico, pois não seriam capazes de prever a "inércia dos atores" perante uma inovação, já que não levam em consideração o seu papel ativo [3, Cap.3-C].

Artie Rip & René Kemp realizam uma investigação das abordagens sobre mudanças tecnológicas ao longo da história. Aponta-se a variação do conceito empregado para a tecnologia. Em um primeiro momento, destaca-se a tecnologia enquanto artefato que cumpre uma função produtiva. Em seguida, define-se tecnologia enquanto elemento que se funde aos processos sociais, estabelecendo regimes sociotécnicos. E, por último, é conceituada a tecnologia enquanto valor simbólico e ideológico, apropriando-se do termo 'seamless web' para construir uma combinação das duas últimas definições empregadas. Para caracterizar a dinâmica desse regime, enfatiza-se que é um processo de coevolução [4, p. 365] (evolução simultânea) de tecnologia e relações sociais. Se as mudanças complementares (substituição,

segundo Latour) não são suficientes para articulação e adaptação (associação, segundo Latour), observam-se "lags" (inércia) [4, p. 350].

Rip & Kemp descrevem que os regimes tendem à estabilidade e destacam o fenômeno de *lock-in* (aprisionamento tecnológico). Caracterizam a tecnologia também pela sua não maleabilidade (*nonmalleability*), fruto de "regras próprias resultantes da ação e interação de transformações irreversíveis" [4, p. 352]. A falta de maleabilidade não significa ausência de influência social sobre a tecnologia, mas a dinâmica incontrolável dos resultados, como os próprios autores reiteram. Descrevem ainda teorias que tratam da mudança tecnológica, agrupando-as pela priorização econômica e neoclássica (tecnologia como variável exógena), pelo caráter evolutivo [5] ou quasi-evolutivo. Os dois últimos serão utilizados para a construção de análises sociotécnicas.

A teoria evolutiva considera, em grande medida, de mecanismos análogos à "evolução darwiniana". O mercado e as estruturas institucionais atuariam como um ambiente de seleção das inovações. Suas adaptações, se reconhecidas como "saudáveis" para dado sistema, são preservadas. A teoria quasi-evolutiva, de ordem sociológica, reconhece um ambiente de seleção, mas admite a possibilidade de criação de mecanismos facilitadores para certas tecnologias se estabelecerem num sistema. Negando o elemento aleatório da seleção, é defendido, por exemplo, que nichos podem ser estabelecidos como espaços protegidos, criando uma forma de incubação às inovações que são desejáveis. Esta visão levou à criação da Gestão Estratégica de Nichos (*Strategic Niche Management* – SNM), abordagem utilizada atualmente em estudos sobre TE [6].

3. METODOLOGIA

Neste artigo, apresentam-se os resultados iniciais obtidos pela Revisão Sistemática de Literatura (RLS) realizada a fim de analisar a aplicação da abordagem teórico-analítica conhecida como "Análise Sociotécnica" ao(s) processo(s) denominado(s) "Transição Energética", visando investigar suas possibilidades e potencial analítico quanto a esta problemática, incluindo a seleção de abordagens específicas, dentro deste arcabouço, mais apropriadas ao seu tratamento.

A RLS é um conjunto de técnicas de pesquisa do *estado da arte* em determinada área do conhecimento *baseada em evidências* e efetuada sobre *literatura especializada*. A principal característica da RSL é basear-se, necessariamente, no cumprimento de um protocolo (fig. 1). Neste trabalho, empregou-se a técnica apresentada por Munzlinger *et al*. [7], cujo elemento organizador central é o software StArt (State of Art through Systematic Review), desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) [8]. No StArt, as três grandes fases da RSL são realizadas em série: a) planejamento e formalização; b) condução/execução; c) sumarização [7].

Neste trabalho, foram levantados artigos em língua inglesa, que abordaram TE em âmbito internacional, excluindo artigos de revisão. Na etapa 1, o levantamento empregou o Portal de Periódicos da CAPES, com acesso institucional UFMG ("livre") e as bases *Scopus, Web of Science e Sciencedirect*. Foram definidas as palavras-chave "energy transition" e "sociotechnical", usando o operador AND. Os dados dos artigos levantados foram exportados das bases para o StArt, em formato BibText. Na etapa 2, foram apurados apenas os artigos que continham *sociotécnica* e *transição energética* como elementos centrais, identificados, especificamente, no título, palavras-chave e resumo. Por fim, foi realizada a leitura integral desta última seleção, aferindo a abordagem teórica, o uso ou não de simulação computacional e o compartilhamento ou não dos principais referenciais analíticos. Os artigos resultantes da 1ª Etapa, agregados por ano de publicação são mostrados na Fig. 2.

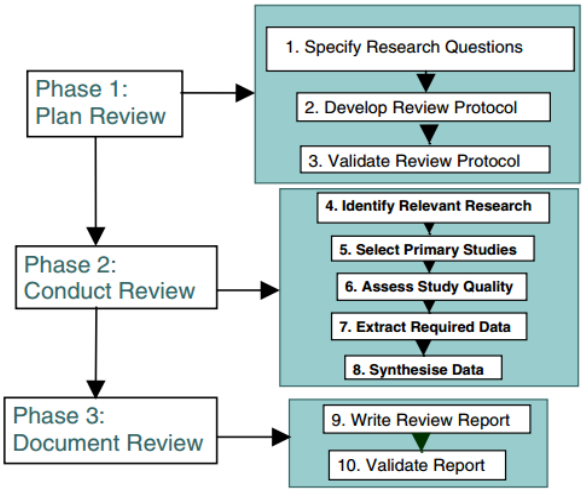


Fig. 1: Protocolo básico de uma RSL. *Fonte:* Kitchenham, 2004 [9].

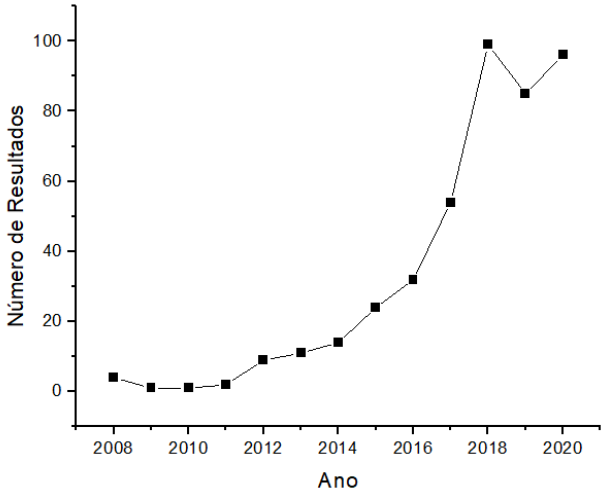


Fig. 2: Número de resultados na 1ª etapa da RSL por ano de publicação

Tab.1: Artigos levantados por etapa da RSL

Nº de artigos	1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa
	434	264	184

4. PERSPECTIVA MULTINÍVEL (MULTI-LEVEL PESPECTIVE – MLP)

As obras supracitadas representam pilares teóricos na construção da abordagem denominada "perspectiva multinível", normalmente atribuída a Frank W. Geels [10]. Trata-se de uma estrutura analítica que integra o *regime sociotécnico* aos espaços e estruturas que o influenciam: os nichos e o panorama.

O *regime sociotécnico* é aquele no qual se encontram todas as organizações e atores que compartilham rotinas similares. Esses sujeitos estão coevoluindo a partir de elementos *imateriais* em comum, como conhecimento técnico-científico, política e cultura. Mas essa relação não é indissociável dos próprios conjuntos *materiais* indispensáveis nesse processo,

como a infraestrutura e os artefatos. São todos estes entes, materiais ou não, que formam o regime sociotécnico.

O *nicho* é definido pelo espaço no qual ocorrem as *inovações radicais* [4] que são, de certa forma, subordinadas ao regime (estrutura hierárquica). Tais invenções possuem, como o próprio autor as descreve, um aspecto de monstruosidade, no sentido de que são processos até então extraordinários e incomuns, que necessitam de desenvolvimento como um processo de incubação. Esta incubação é necessária para que a inovação possa adquirir *momentum.* Ele pode sofrer as modificações necessárias para a sua adequação ao regime ou pode ser negado. O *panorama* é entendido como "a estrutura ou contexto externo de interação entre os atores" [10, p.1260] presentes no regime. Pela capacidade de influência, o desenvolvimento do panorama pode levar a criação de nichos. Portanto, destaca-se aqui uma característica importante: Apesar da existência de uma influência, o panorama não é responsável pelo processo de inovação, são os nichos [1, p. 53].

Outra característica de interação presente na perspectiva multinível é a relação entre o regime e os nichos. A adequação se faz necessária pelo fato de que o modelo de Geels é evolutivo [5]. Há, portanto, mecanismos de variação e seleção. Nos nichos, é gerada a variação dita radical. Dada tal variação, os regimes atuam a partir de mecanismos de seleção e retenção (*tecnhological lock-in)* das inovações, no sentido de assegurar sua estabilidade. A importância dos nichos no processo de inovação já é reconhecida para além da MLP e tem como aplicação, além do SNM, análise de sistemas de inovação tecnológica (*technological innovation systems*, TIS) [4], [6].

Para exemplificar, descreve-se aqui um modelo multinível para a TE chinesa [11]. Dada a influência do panorama (sustentabilidade global), os nichos (indústrias de energia renovável) adquirem recursos que asseguram seu *momentum* crescente. O regime sofre pressão e os atores do Estado promovem regulações conflitantes, já que subsidiam tecnologias renováveis, como fotovoltaica, mas também geração termoelétrica. Dada a predominância das fontes convencionais, como um paradigma (*path-dependence*), a infraestrutura – elemento pertencente ao regime - também constitui uma barreira para integração das fontes renováveis, devido ao seu caráter intermitente. Por isso, o mercado de energia ainda não considera lucrativo o fornecimento de energia renovável em larga escala, principalmente pelos custos de transmissão e distribuição. A implementação da geração distribuída em construções civis dos grandes centros urbanos também é comprometida, já que os usuários utilizam este espaço para outras práticas, como jardinagem e serviços domésticos. Esses desafios, quando submetidos à MLP, são reconhecidos como *produto* da interação multinível dos diferentes elementos sociotécnicos. A contribuição analítica deste referencial, pode-se deduzir, está na identificação das barreiras sistêmicas e a elaboração de estratégias de gestão e governança as quais consideram as ações de todos os *stakeholders*.

5. IMAGINÁRIO SOCIOTÉCNICO

A construção e comparação de *imaginários sociotécnicos* também apresentou alta relevância nesta revisão. Reconhecendo a desarticulação acadêmica no tratamento dos temas C&T e poder político, o desenvolvimento dessa abordagem visou preencher este vácuo [12]. Define-se imaginário sociotécnico como: "formas coletivas e imaginadas da vida e ordem social refletidas na concepção e realização de projetos nacionais específicos e/ou tecnológicos" [12, p. 120]

Por esta definição, busca-se enfatizar que o imaginário possui característica *preditiva*. Dessa maneira, os atores responsáveis pela formulação de políticas de C&T estariam inseridos em um meio social cuja representação é posterior à assimilação. Os sistemas de sentido seriam, portanto, "relacionáveis a exercícios ativos do estado de poder" [12, p.23].

Os atores institucionais mobilizariam seus recursos a partir de uma interpretação coletiva da realidade. A pesquisa pioneira tinha como metodologia a comparação entre dois meios socioculturais reconhecidamente distintos. O primeiro estudo de caso tratou das diferentes trajetórias da energia nuclear nos Estados Unidos e na Coréia do Sul. O investimento nessa fonte energética - consequentemente sua implementação em larga escala - não estaria submetida apenas a critérios técnico-econômicos, mas também à percepção simbólica das relações sociais envolvidas. Os EUA foram caracterizados pelas suas políticas de *contenção* em relação à regulação e investimento em reatores nucleares, como uma estratégia para desvincular-se da imagem de nação destrutiva, dada sua condição geopolítica no pós-guerra. Já o Estado sul-coreano foi caracterizado pela percepção de que a energia nuclear era estratégica e deveria ser proliferada pelos país, de forma a assegurar o desenvolvimento e soberania nacional, dado o projeto de nação em vigor [12].

Em outras pesquisas, admitiu-se a possibilidade de analisar comparações temporais e entre grupos sociais de uma mesma nação [13]. Para exemplificar, utiliza-se um tema debatido recorrentemente na TE: a implementação de redes inteligentes [14]. Um dos artigos revisados apresenta o contexto norueguês, a partir de uma breve análise histórica, na qual é avaliada a postura liberal do país no mercado de energia, enfatizando a atuação de instituições tecnoepistêmicas, isto é, cujo principal fundamento/mecanismo de atuação na sociedade é por meio do desenvolvimento tecnológico. São levantados os futuros imaginados por diferentes *stakeholders,* empregando entrevistas semiestruturadas. Os resultados demonstraram que estas instituições reconhecem a existência de *prosumers (producer + consumer)* racionais, mas sem engajamento e conhecimento necessário. O termo em itálico destaca o advento, inédito, das redes inteligentes. Além de consumir, os indivíduos passam também a produzir energia elétrica para a rede, principalmente através de painéis solares. Apontam-se também possíveis impactos sociais da sua implementação, como diminuição da privacidade e protestos pelo aumento das tarifas, destacando a necessidade de diálogos com a população para uma transição mais participativa e democrática [14].

6. É POSSÍVEL MODELAR?

A modelagem é uma prática considerada essencial na análise de TE. Este instrumento permite uma avaliação das possibilidades e consequências de uma transição de forma dinâmica [15]. Em contrapartida, pesquisas baseadas em modelos técnico-econômicos de equilíbrio vêm sofrendo críticas. Child et al. produziram uma revisão literária considerando cenários de abrangência mundial para TE. A revisão foi baseada e critérios hierarquizados de sustentabilidade (elementos ambientais, sociais e econômicos). Seus resultados mostraram falta de transparência dos trabalhos quanto à definição das premissas, bem como uma frágil operacionalização das dimensões sociais, ambientais e éticas, em nível nacional e internacional. Por fim, devido à discrepância acentuada entre os cenários produzidos, apontam-se como características das metodologias empregadas serem “deficientes” e dos modelos analíticos, “inflexíveis” [16, p. 332].

Devido a tais fragilidades, observa-se aprimoramento do ferramental de modelagem, alinhando-se à perspectiva sociotécnica. Os sistemas de modelagem podem se beneficiar deste novo momento, atenuando sua limitação no tratamento de incertezas e comportamentos não lineares. Um exemplo dessa evolução é o projeto PATHWAYS (2013-2016), que tinha como objetivo a construção de abordagens em TE baseadas na complementação entre sistemas de modelagem, análise sociotécnica e/ou pesquisa-ação [17]. Com abordagem integrativa, procedimental ou comparativa, os estudos mostraram uma possibilidade de construção de novas metodologias, que permitem avaliar melhor as políticas e a governança

nos processos de transição energética. No entanto, nota-se uma dificuldade de codificar, nos modelos, elementos típicos da análise sociotécnica, como *inércia* e *momentum*. Em concomitância, outras parcerias europeias buscam suas próprias estratégias de articulação. Em comum, ressalta-se o quanto ainda são frágeis as ações de vinculação entre estruturas analíticas e sistemas de modelagem, podendo comprometer o processo de rastreamento e reprodutibilidade da pesquisa [18].

7. CONISDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Este artigo consistiu em uma RSL, investigando o uso da Análise Sociotécnica para avaliar Transições Energéticas. É possível afirmar que este referencial teórico preenche um espaço deixado pelas limitações de outros arcabouços, ainda incapazes de prever a inércia de todos os grupos de interesse. Quanto ao emprego dos *Imaginários Sociotécnicos*, entende-se que a TE inicia-se na produção de um imaginário coletivo, de um grupo. Nesse sentido, o mix energético de uma nação será único, em função da importância relativa de cada fonte. Se, por exemplo, a produção de carvão e gás natural foi historicamente vinculada à fase de industrialização/modernização de um país, é possível admitir que a inércia local para a substituição dessas fontes tenda a ser maior, considerando a associação *nostálgica* construída por décadas. E, de um ponto de vista mais prático, é possível investigar essa tendência nas regulações e políticas públicas do setor. Já a *Perspectiva de Multinível* identifica, de maneira sistêmica, os desafios da TE. Ela entende que as inovações em grande escala não são apenas substituições ou mudanças de artefatos ao longo do "progresso tecnológico", mas coproduções verificadas em todos os elementos de um regime (sociotécnico). É necessário - na medida em que emergem tecnologias aplicadas a fontes renováveis - que se modifiquem as regulações, a infraestrutura, a cultura, o mercado, as práticas de usuários e os demais elementos que compõem o regime. Entre as descobertas de laboratório e a transformação de grandes infraestruturas, existem organizações sociais orientadas por interesses específicos, cuja investigação pode contribuir nos estudos de planejamento energético.

Em contrapartida, existem limitações. Como não são estudos deterministas, estudos sociotécnicos não produzem previsões sobre os sistemas energéticos num horizonte distante. Porém, tendem a priorizar a incerteza, o comportamento não linear e, consequentemente, a imprevisibilidade na análise dos sistemas energéticos. Além da não previsibilidade, a análise sociotécnica pode produzir resultados não generalizáveis. As descobertas podem estar subordinadas apenas ao sistema sociotécnico em questão. Os resultados de uma análise aplicada a uma realidade não podem ser simplesmente "transportados" para outra. Entretanto, por ser a previsão estratégica para a avaliação das TE, e para traçar as políticas públicas do setor, é possível entender a aproximação entre este arcabouço e as técnicas de modelagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Hughes, T.P. The evolution of large technological systems - The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 51–82. (1987)

[2] Latour, B. Society is technology made durable - A Sociology of Monsters, Essays on Power Technology and Domination. Routledge, Londres, pp. 103-131 (1991)

[3] Latour, B. Science in action: How to follow scientists and engineers throught society. Harvard University Press, Cambridge, Massachussets, pp. 132-144 (1987)

[4] Rip, A, Kemp, R Technological change - Human Choice and Climate Change, Batelle Press, Washington D.C, pp. 327-399 (1998)

[5] Nelson, R.R., Winter, S.G. An Evolutionary Theory of Economic Change. Bellknap Press, Cambridge, MA. (1982)

[6] Smith, A, Raven, R. What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. *Research Policy*, Vol. 41, pp. 1025-1036 (2012)

[7] Munzlinger, E *et al*. Sistematização de revisões sistemáticas em pesquisas da área de IHC. - Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems. Porto Alegre, RS, Brazil, pp.51-54 (2012).

[8] LAPES - Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software (São Paulo). UFSCAR. StArt. http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool. Acesso em: 02 jul. 2020.

[9] Kitchenham, B. Procedures for performing systematic reviews. Technical Report TR/SE-0401. Keele: Keele University, 2004.

[10] Geels, F.W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, Vol. 31, pp. 1257–1274 (2002).

[11] Liu, D, Shiroyama, H. Development of photovoltaic power generation in China: A transition perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 25, pp. 782-792 (2013).

[12] Jasanoff S, Kim, J.H,. Containing the atom: sociotechnical imaginaries and nuclear power in the United States and South Korea. *Minerva*, Vol. 47, pp. 119–146 (2009).

[13] Jasanoff S, Kim, J.H. Dreamscapes of modernity: sociotechnical imaginaries and the fabrication of power. University of Chicago Press, London (2015).

[14] Ballo, I. Imaginig energy futures: Sociotecnical imaginaries of the future Smart Grid in Norway. *Energy Research & Social Science*, Vol. 9, pp. 9-20 (2016)

[15] Papachristos, G. Towards multi-system sociotechnical transitions: why simulate. T*echnology Analysis & Strategic Management*, Vol. 26, pp. 1037-1055 (2014)

[16] Child, M *et al.* Sustainability guardrails for energy scenarios of the global energy transition. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 91, pp. 321-334 (2018)

[17] Hof, A *et al*. Understanding transition pathways by bridging modelling, transition, practice-based studies: Editorial introduction to the special issue. *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 151 Art.: 119665 (2020)

[18] Sluisveld, M *et al.* Aligning integrated assessment modelling with socio-technical transition insights: An application to low-carbon energy scenario analysis in Europe. *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 151, Art.: 119177 (2020)