

**A IMPORTÂNCIA DAS INSTITUIÇÕES NO PROCESSO DE INOVAÇÃO NO SETOR DA
ENERGIA ELÉTRICA DA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR**

HELDER HENRIQUE MARTINS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)
helder.hmartins@hotmail.com

THIAGO HENRIQUE MOREIRA GOES
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FEA
thiagogoesadm@gmail.com

A IMPORTÂNCIA DAS INSTITUIÇÕES NO PROCESSO DE INOVAÇÃO NO SETOR DA ENERGIA ELÉTRICA DA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR

INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande variedade de recursos energéticos que possibilita a formação de uma independência consistente. Com a construção do marco regulatório e de uma estrutura de financiamento sólida emergiu a capacidade do País realizar a oferta adequada de acordo com requisitos da demanda. Quando comparado com os demais países do globo, o Brasil se destaca pela diversidade de fontes de energia elétrica e abundante capacidade de oferta (CASTRO et al., 2012).

Entretanto, as coisas nem sempre foram favoráveis ao Brasil. Há aproximadamente 15 anos, o País passava por um momento difícil com a crise elétrica de 2001, que foi causada em grande monta pela falta de planejamento do setor e ausência de investimentos em geração e distribuição de energia, fazendo com que a população fosse ameaçada pela possibilidade de um apagão. Além disso, a escassez de chuva contribuiu para a queda dos níveis dos reservatórios do País, forçando a população a economizar energia, pois grande parte da energia produzida no País era originada nas hidrelétricas.

Vendo a necessidade de realizar um planejamento adequado para o setor elétrico brasileiro, políticas foram criadas para que houvesse expansão da oferta, além de incentivos à diversificação das fontes geradoras de energia. Após essa necessidade, fontes alternativas como a energia eólica, energia térmica (biomassa e outros) e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) começaram a ganhar importância para que fosse possível a diversificação do setor.

Diante do problema de planejamento tido anteriormente e a necessidade de reestruturação do setor de energia elétrica, torna-se importante entender como ocorreram as políticas do governo para solucionar esse problema. Entende-se que a inovação no setor poderia ser fator primordial para que fosse possível a criação de novas formas de geração, bem como a melhoria da produtividade das formas já existentes. Assim, especificamente nesse artigo, objetiva-se investigar como ocorre o processo de inovação no setor de energia elétrica da biomassa.

O setor da energia elétrica da biomassa é objeto dessa pesquisa pelo fato de ser uma das principais fontes de energia alternativa atualmente. Ademais, a energia da biomassa tem sua maior produção em épocas em que os reservatórios de energia oriundas das hidrelétricas (principal fonte) estão em níveis mais baixos.

Esse artigo está dividido em seis partes, sendo essa introdução a primeira delas. A segunda parte abordará uma breve contextualização da energia da biomassa da cana-de-açúcar. A terceira parte tratará de um referencial teórico acerca das teorias Neo-Schumpeteriana e Nova Economia Institucional, corroborando com a importância da evolução, das instituições e do aprendizado para a promoção de inovações. A quarta parte se refere aos procedimentos metodológicos. A quinta parte é composta pela análise das inovações no objeto de pesquisa, a energia elétrica da biomassa da cana. A sexta e última parte abordará as considerações finais dessa pesquisa.

NOTAS SOBRE A ENERGIA DA BIOMASSA DA CANA-DE-AÇÚCAR

O Brasil é um país que possui diversas fontes de geração de energia elétrica. De acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2015), o País produz sua energia por meio de hidrelétricas (compostas por pequenas centrais hidrelétricas (PCHs); centrais geradoras hidrelétricas (CGHs); e usinas hidrelétricas de

energia (UHEs)), usinas termelétricas de energia (UTES), usinas term nucleares (UTNs), centrais geradoras eolielétricas (EOLs) e centrais geradoras solar fotovoltaicas (UFVs). Em 2015, essas fontes totalizavam 4.405 unidades, com potência instalada de 140.271.642 kW. De todas essas fontes de energia, as termelétricas representam 28,1% da potência instalada no País. É nesse tipo de geração de energia que a biomassa está inserida.

Tratando especificamente da energia da biomassa, tal fonte é composta por vários tipos de produtos (ou resíduos). A ANEEL (2015) divide as fontes de biomassa para as UTES entre os tipos: agroindustriais (bagaço da cana-de-açúcar, biogás (AGR), capim elefante e casca de arroz); biocombustíveis líquidos (óleos vegetais); floresta (carvão vegetal, gás de alto forno, licor negro e resíduos de madeira); resíduos animais (biogás – RA); e resíduos sólidos urbanos (biogás – RU). Embora exista essa variedade de fontes para a cogeração de energia da biomassa, o bagaço de cana-de-açúcar é a fonte com maior representatividade. Essa fonte significa 26,7% do total da potência instalada das UTES (considerando a biomassa e a fóssil), ou seja, de 39.392.797 kW das UTES, 10.531.820 kW são derivados do bagaço da cana-de-açúcar.

Ainda que a biomassa da cana-de-açúcar represente apenas 7,5% da potência instalada no País, a expansão da estrutura de cogeração de energia para um número maior de agroindústrias poderia contribuir para uma maior representatividade. De acordo com a União da Indústria de Cana-de-Açúcar – UNICA (2012), o potencial estimado até 2020 seria de 134 mil gWh/ano. A utilização plena desse potencial poderia gerar energia suficiente para abastecer anualmente cinco cidades do tamanho de São Paulo. Em termos de capacidade instalada, o potencial seria equivalente a mais de três usinas Belo Monte ou duas usinas Itaipu.

A expansão da cogeração de energia da cana também pode ocorrer por meio de inovações tecnológicas. Um exemplo disso foi o resultado das pesquisas de Luis Claudio Rubio e Sizuo Matsuoka da Universidade Federal de São Carlos. Eles desenvolveram o que pode ser chamado de Cana-energia. Essa planta modificada demonstra números expressivos como o aumento de 1.200% na produção de energia elétrica e 232% na produção de etanol, considerando a mesma área plantada com a planta tradicional. Uma área de cana plantada que gerava 29,5 milhões de toneladas com a cana tradicional pode gerar 384,7 milhões de toneladas com a Cana-energia (NOVACANA, 2015). Esse exemplo demonstra a importância da inovação para que o setor possa competir com os demais setores geradores de energia elétrica.

Além disso, a energia gerada a partir da cana-de-açúcar possui vantagens consideráveis, tais como: baixo custo de energia; maior confiabilidade no fornecimento de energia; melhor qualidade da energia produzida; evita custos de transmissão e distribuição de eletricidade; maior eficiência energética; menor emissão de poluentes (gases do efeito estufa); complementaridade em períodos de estiagem; e a geração de oportunidades de trabalho e de negócios. (ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA – COGEN, 2014).

Apesar da inovação e das vantagens que a cana-de-açúcar pode proporcionar para a produção da energia da biomassa, existem entraves que prejudicam a comercialização desse tipo de energia, o que impede que essa modalidade ganhe mais representatividade no País. Um desses entraves está relacionado aos leilões de energia na qual a biomassa entra em competição com demais fontes de energias renováveis. O problema é que os preços da energia nesses leilões são muito baixos, o que desestimula as usinas produtoras entrarem na disputa. Assim, não importa qual modalidade de energia renovável vai fechar acordo no leilão, mas sim aquela fonte que aceitar o menor

valor de venda. O ideal para a biomassa da cana seria um leilão específico, em que a competição se daria entre as geradoras de uma mesma fonte, e não entre diversas fontes de energia.

Mesmo com entraves, a cogeração de energia da biomassa tem considerável importância social, pois contribui com a geração de empregos nas regiões em que as geradoras estão instaladas. Apesar da maioria dos empregos gerados serem de baixa escolaridade, a biomassa evita o deslocamento dessas pessoas para áreas urbanas, gerando renda e estimulando a economia dessa população local. Além disso, permite uma certa independência energética dessa região, uma vez que a energia da biomassa pode contribuir para o suprimento energético local.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico será dividido em duas partes, cuja primeira discorrerá sobre a inovação, considerando conceitos de Joseph Schumpeter sobre este tema, bem como os conceitos e características das três correntes posteriores, denominadas de correntes neo-schumpeterianas. A segunda parte tratará da abordagem institucional, em que serão tratados conceitos e características das instituições que são inerentes ao processo inovativo.

A INOVAÇÃO DE SCHUMPETER E DOS NEO-SCHUMPETERIANOS

Quando se trata do processo de desenvolvimento econômico, a inovação surge como um dos principais elementos para que esse processo ocorra. Para Schumpeter (1997), a inovação é o principal elemento, em que novas combinações de recursos podem ser elaboradas para a produção de novas mercadorias ou novas maneiras de realizar a produção de produtos antigos. Esse conceito engloba cinco possibilidades: 1) a introdução de novos produtos ou de uma nova qualidade de produtos; 2) a introdução de um novo método de produção; 3) a abertura de um novo mercado; 4) a conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados; e 5) o estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria. Desta forma, entende-se que não apenas a introdução de um novo produto pode ser considerada uma inovação, mas também novas formas de realização de um procedimento, novas fontes de matéria-prima, novo mercado e até uma nova organização.

De acordo com Laplane (1997), a inovação ocorre de forma que as estruturas existentes são destruídas pela criação de novas formas estruturais, causando rupturas, desequilíbrios e descontinuidades. Essa visão Schumpeteriana entendia a inovação como uma mudança descontínua e desigual, com destaque para o papel do empreendedor como agente da inovação e da destruição criativa. Porém, a interação entre os agentes econômicos tenderia a construir um novo equilíbrio, o que caracteriza a ambiguidade entre Schumpeter e a ortodoxia neoclássica. Embasados nos estudos de Schumpeter, os Neo-Schumpeterianos também acreditavam na inovação como motor da dinâmica da economia capitalista, mas abandonavam a ideia de economia em equilíbrio dos neoclássicos. Além disso, avançam na abordagem da dinâmica capitalista, no processo de transformação econômica e institucional, de acordo com os impactos das inovações tecnológicas (BORGES, 2016).

Borges (2016) destaca que existem três correntes que se estabeleceram na teoria Neo-Schumpeteriana, quais sejam: os estruturalistas, os evolucionistas e os teóricos da corrente sistêmica. Embora existam essas três correntes, a inovação é o elemento principal de todas elas, mudando apenas a forma como a inovação é analisada, em que cada corrente estabelece categorias analíticas para tal fenômeno.

De acordo com Possas (1990), a primeira corrente teórica originou-se na Universidade de Sussex (Reino Unido), a partir de contribuições de pesquisadores como Christopher Freeman, Carlota Perez, Keith Pavitt, Luc Soete e Giovanni Dosi, cujos estudos são inerentes aos impactos das inovações bem como a propagação das inovações tecnológicas. A corrente estruturalista foca as assimetrias tecnológicas e produtivas como elementos determinantes dos padrões da dinâmica industrial, cujo progresso técnico é o principal elemento para mudar as estruturas de mercado (POSSAS, 1990; BORGES, 2016).

A segunda corrente surgiu na Universidade de Yale (Estados Unidos), cujos principais pesquisadores foram Richard R. Nelson e Sidney G. Winter. Esses autores realizaram uma analogia das mudanças econômicas com o processo evolutivo da biologia, em que a busca por inovação passaria por um processo de mudança na qual os mecanismos de seleção estariam ligados à concorrência de mercado (POSSAS, 1990; BORGES, 2016).

A terceira corrente surgiu posteriormente às duas primeiras, a partir das contribuições de Bengt-Åke Lundvall, Carlota Perez, Christopher Freeman, dentre outros. A corrente sistêmica entendia que o processo inovativo acontece com a aprendizagem em grupo, em que vínculos institucionais são formados na interação intrafirmas e demais instituições do mercado. Assim, a inovação ocorre em um processo de aprendizado contínuo, não linear, cumulativo, específico, difícil de replicar e interativo (CASSIOLATO; LASTRES, 2007; BORGES, 2016).

A partir dessas correntes, os Neo-Schumpeterianos tentaram explicar o processo inovativo por algumas formas. Uma dessas formas foi utilizando as teorias de *demand pull* ou *market pull* (indução pela demanda ou indução pelo mercado) e *technology push* ou *science push* (impulso pela tecnologia). A primeira teoria entende a inovação como um processo de escolha/alocação em algum tipo de função de produção conduzida por sinais de mercado. Na segunda teoria, a inovação aparece exógena à economia, sendo um subproduto disponível do avanço científico (DOSI, 1988). Para Borges (2016), o ponto básico entre as duas teorias está relacionado com a identificação da mudança técnica que ocorre no processo de desenvolvimento, cujos paradigmas e as trajetórias tecnológicas são explicados para entender o caminho que as empresas percorrem.

Entretanto, Dosi (2006) apresenta limitações das duas teorias. Sobre a teoria da *demand pull*, as limitações seriam: a) a teoria geral dos preços não seria determinada por funções de oferta e demanda; b) não é viável determinar a função de demanda através do conceito de utilidade e a própria viabilidade do conceito de utilidade; e c) as dificuldades de se interpretar as inovações através desse processo. Sobre a teoria da *technology push*, as limitações surgem devido a teoria verificar somente a mudança como aleatória, não considerando aspectos econômicos envolvidos no processo. Assim, entende-se que as empresas estão constantemente se modificando pelas decisões tomadas no passado e por decisões tomadas no presente que surtirão efeito no futuro.

Ainda sobre o processo inovativo, Dosi (2006) destaca as mudanças técnicas como elemento gerador de assimetria, uma vez que todas as empresas de determinado segmento serão impactadas pelas mudanças técnicas que ocorrerem. Diante disso, cada empresa toma a decisão de adotar uma postura dinâmica ou estática com relação mudança técnica. Os Neo-Schumpeterianos apontam um meio de avaliar as evoluções técnicas, sociais e econômicas, condicionando os resultados de uma empresa à sua sobrevivência, cuja *expertise* e dinâmica proporcionam uma evolução inerente à sua capacidade de adaptação às realidades organizacionais e ambientais (BORGES, 2016).

Conforme relatado anteriormente, o passado é importante para o processo inovativo. Assim, Nelson e Winter (2005) tratam das trajetórias tecnológicas, caracterizando-as como um padrão de progresso ligado à um paradigma tecnológico, em que a empresa, após inserir-se nessa trajetória, provoca um impulso para solução de problemas de sua rotina, problemas esses resolvidos por meio do desenvolvimento e consolidação do progresso técnico. Vale ressaltar que as trajetórias tecnológicas são entendidas como endógenas às empresas e os paradigmas tecnológicos como exógenos.

Dosi (2006) também aborda as trajetórias tecnológicas, enfatizando seis características que as representam, quais sejam: a) a possibilidade de existência de trajetórias mais gerais (genéricas) como também mais adequadas à uma realidade específica; b) são construídas a partir da união de conhecimento, experiência, habilidades, dentre outros; c) a tecnologia mais avançada é chamada de fronteira tecnológica; d) o progresso considera a cumulatividade; e) a existência de uma trajetória de sucesso pode implicar em dificuldade de mudança para uma trajetória alternativa; e f) a contestável comparação entre duas trajetórias tecnológicas. Assim como a caracterização de Nelson e Winter (2005), nota-se a possibilidade de trajetórias tecnológicas criadas tanto por elementos endógenos quanto exógenos às empresas.

Outro elemento importante para o processo inovativo e que está ligado aos aspectos endógenos da empresa é a rotina, que, segundo Nelson e Winter (2005), é entendida como a gama de características ligadas ao comportamento dos agentes que podem imitar atividades do ambiente, bem como incorporar novas maneiras que afetarão o ambiente na qual a empresa está inserida. As rotinas são criadas para a construção de conhecimento projetando um desempenho futuro. Além disso, as rotinas criam a memória da organização, possibilitando as pessoas adquirirem conhecimentos inerentes à organização.

O aprendizado é um elemento que possui ligação com as rotinas, uma vez que ambos podem ser entendidos como construtores contínuos de conhecimento para a empresa. De acordo com Penrose (1959), o conhecimento pode ser adquirido de duas formas diferentes. A primeira forma está relacionada ao aprendizado formal, que pode ser aprendido de outras pessoas ou palavras escritas, e que pode ser repassado para outras pessoas. O outro tipo de conhecimento também acontece por meio do aprendizado, mas esse aprendizado ocorre na experiência de cada indivíduo. Assim, o aprendizado ocorreria pela comunicação e pela experiência.

O aprendizado pela comunicação compreende o *learning-by-using*, que refere-se ao aprendizado pelo uso de produtos, maquinário e insumos (ROSENBERG, 1982), *learning-by-suppliers*, que ocorre a partir da relação com fornecedores (RICHARDSON, 1972), *learning-by-competitors*, que acontece pela avaliação do desempenho e estratégias dos competidores (PAVITT, 1992), *learning-by-market*, que surge com o conhecimento do mercado em aspectos como atitude dos consumidores, preços, redes de serviços, entre outros (RICHARDSON, 1972), e o *learning-by-interacting*, que é decorrente da interação entre usuário e produtor de um determinado produto (ANDERSEN; LUNDEVALL, 1988).

O aprendizado pela experiência inclui o *learning-by-doing*, que está ligado com a habilidade adquirida pela pelo trabalho ou produção (CHANDLER, 1992), *learning-by-studying*, que está atrelado às atividade de experimentação e avaliação em laboratórios de P&D (PAVITT, 1992), e o *learning-by-failing*, que está ligado ao aprendizado pela alteração de produtos que falharam (PAVITT, 1992).

Além desses tipos de “*learning*” demonstrados, Malerba (1992) traz ainda mais alguns tipos de aprendizado que devem ser considerados, dentre eles o *learning from*

advances in science and technology, que ocorre pela absorção de novos desenvolvimentos na ciência e na tecnologia, e o *learning-by-searching*, que é o aprendizado gerado a partir do desenvolvimento e geração de novos conhecimentos, geralmente ocorrendo por meio de atividades de P&D.

Após a classificação das maneiras de aprendizado, Lundvall (2006) conceitua as formas de conhecimento, dividindo-as em quatro categorias. A primeira categoria é conhecida como *know-what*, cujo conhecimento está atrelado à informações que podem ser transformados em dados, o que demanda capacidade de transmissão e estocagem dessas informações. A segunda categoria é conhecida como *know-why*, referindo-se ao conhecimento de leis e princípios que movem a natureza, a mente humana e a sociedade, e que é importante para o desenvolvimento tecnológico em áreas básicas da ciência. A terceira categoria é denominada de *know-how*, e é inerente às habilidades de se fazer algo, cujo conhecimento pessoal é expresso por meio de capacidades com base na experiência. A quarta e última categoria é conhecida como *know-who*, entendido como um conhecimento de quem sabe algo e quem sabe o que fazer.

Nota-se que o aprendizado e o conhecimento podem ocorrer de diversas maneiras, mas constantemente é realizado por meio da interação com outras organizações (competidores, fornecedores) e instituições (instituições de P&D, universidades). Desta forma, torna-se indispensável entender o que são essas instituições e como ocorre a sua contribuição para o processo inovativo. Ademais, entende-se que as organizações estão presentes em um contexto em que instituições formam as regras do jogo para os jogadores (organizações) atuarem (NORTH, 1998).

A NOVA ECONOMIA INSTITUCIONAL

A Nova Economia Institucional (NEI) teve como precursor Ronald Coase (1937), tendo como obra principal “*The Nature of the Firm*”. Esse artigo tinha como objetivo entender o motivo da existência das firmas. Coase estudou as firmas porque discordava do pensamento neoclássico, acreditando que a produção não era definida apenas pelo sistema de preços, pois, se isso acontecesse, a produção poderia ser realizada sem nenhuma organização. Ao final de sua pesquisa, Coase (1937) chegou à conclusão de que as firmas existem por causa dos custos de transação, em que a função das firmas seria a mitigação desses custos, mas não a sua eliminação.

Desta forma, Coase (1937) entendia que a firma era muito mais do que uma relação mecânica entre insumos e produtos, pois havia também uma relação orgânica entre os agentes, que se realiza por meio de contratos. A essência do contrato é a definição dos limites do poder do empresário, sendo ele capaz de dirigir fatores de produção dentro desses limites. Ademais, o mercado teria um custo de funcionamento, sendo esses custos (ou fricções) associados às transações. A firma moderna de Coase é entendida como um conjunto de contratos entre agentes especializados, que trocarão serviços e informações entre si para concluir um objetivo maior, que é a produção de um bem final. Coase (1937) levanta ainda um atributo ligado às transações entre firmas, que surgiu com a pesquisa de Knight (1921), quando trata da incerteza. Esse atributo é apenas um dos atributos que Williamson (1985) destaca em seu livro “*The Economic Institutions of Capitalism: firms, markets, relational contracting*”.

Williamson (1985) aborda os pressupostos comportamentais e os atributos das transações. Tratando primeiro dos pressupostos comportamentais, Williamson (1985) destaca que a Economia dos Custos de Transação (ECT) caracteriza a natureza humana de acordo com a racionalidade limitada e oportunismo. A racionalidade limitada é um conceito trazido da pesquisa de Simon (1979), em que o ser humano é entendido como

um ator econômico intencionalmente racional, porém limitadamente. A ECT entende que, diante da racionalidade limitada, os custos de planejar, adaptar e monitorar transações precisam ser considerados.

O outro pressuposto comportamental é o oportunismo. Esse oportunismo, descrito por Williamson (1985), é entendido como a busca de autointeresse com astúcia. É uma maneira de enganar, tanto *ex ante* (seleção adversa) como *ex post* (risco moral). O risco de seleção adversa, ou seja, de tomada de decisão sem informações prévias suficientes sobre determinado ativo, pode ser melhor explicada pela pesquisa de Akerlof (1970), que abordou o mercado de carros usados dos Estados Unidos. Akerlof (1970) percebeu que os vendedores tem todas as informações sobre os veículos e padroniza seu valor a um preço médio, cujo o comprador, por falta de informações, não sabe a real qualidade do bem. Já o risco moral está relacionado com a mudança de comportamento pós-contratual, como pode ser observado na pesquisa de Arrow (1963) sobre o mercado de seguros, em que o agente começa atuar de maneira diferente do que atuaria se não tivesse assegurado.

Williamson (1985) aborda também os atributos das transações, descritos como especificidade dos ativos, incerteza e frequência. O primeiro atributo das transações está relacionado com o grau de especificação de um ativo aplicado a determinada atividade. O investimento em ativos específicos podem incorrer em *sunk costs*, ou seja, custos que não possíveis de se recuperar caso uma transação não se concretize. A especificidade dos ativos podem ser classificadas em quatro tipos diferentes: especificidade de lugar; especificidade de ativo físico; especificidade de ativos humanos; e ativos dedicados.

O atributo da incerteza está ligado à impossibilidade de previsão de eventos que possam ocorrer em determinada transação. Essa incerteza pode ser capaz de gerar rompimento contratual de forma não oportunista, dando origem a custos transacionais irremediáveis devido à racionalidade limitada dos agentes (ZYLBERSZTAJN, 2000). Ademais, Williamson (1985) acredita que a incerteza é concernente à mudança do ambiente econômico, tornando o ambiente incerto e dificultando a tomada de decisões dos agentes. Quanto maior é a incerteza, maior também são os custos de confecção dos contratos. Vale ressaltar que, por mais que se busque a confecção de um contrato mais completo possível, os contratos são incompletos por causa da racionalidade limitada dos agentes em prever todos os eventos que possam ocorrer.

O último atributo das transações, a frequência, está relacionada com a quantidade de vezes que os agentes realizam transações entre si. De acordo com Williamson (1985), quanto maior é a frequência de transações, menor é o custo de redigir os contratos, pois já existem informações prévias sobre os agentes. A redução dos custos contratuais ocorrem pela reputação que os agentes criam entre si devido à realização de transações que obtenham sucesso, ou seja, que não exista quebra contratual. Assim, pela frequência de transações, os agentes afrouxam a exigência de mais cláusulas contratuais para se proteger de comportamentos oportunistas.

Observa-se que todos esses pressupostos comportamentais e atributos da transação são o que permeiam os custos de transação, cabendo às empresas aderirem estruturas de governança que minimizem esses custos, transações essas que podem ocorrer via mercado, via contratos ou pela integração vertical da atividade (WILLIAMSON, 1985).

Caracterizado o que seria as firmas (organizações), bem como as transações que ocorrem no ambiente econômico, vale destacar o papel de outros agentes que atuam nesse ambiente, as instituições. Um dos principais pesquisadores das instituições foi Douglass North. Segundo North (1998), o objetivo principal das instituições é reduzir as

incertezas por meio das estruturação das interações entre os agentes. Porém, o resultado ideal que projetaria um custo zero para as transações não ocorre devido à características próprias dos agentes e também das transações, conforme descrito em Williamson (1985).

De acordo com North (1998), “o desempenho econômico é função das instituições e de sua evolução. Juntamente com a tecnologia empregada, elas determinam os custos de transação e produção”. Nesse sentido, as instituições podem ser entendidas como as regras do jogo que regulam uma sociedade. Para North (1998), as instituições envolvem as regras formais, regras informais e mecanismos responsáveis por tornar eficiente esses dois tipos de regras. As regras formais compreendem, por exemplo, leis, regras, constituição, presentes em uma economia. Já as regras informais são compostas por normas de comportamento, convenções, normas de conduta. Tanto as regras formais quanto as informais criam imposições que limitam as interações entre os agentes de determinada economia.

Nota-se que as instituições que formam as regras tem a capacidade de impor mudanças às organizações com o intuito de melhor regular o mercado. Entretanto, assim como as organizações são modificadas pelas instituições, as instituições podem ser modificadas pela demanda dos empresários sobre alguma necessidade. Vale ressaltar que a direção da mudança das instituições será determinada pela dependência do curso adotado (*path dependence*). São os interesses das organizações e das instituições que formam essa dependência da trajetória adotada e os pensamentos dos empresários que influenciam políticas que irão em direção aos interesses das organizações (NORTH, 1998).

A capacidade que as instituições tem de se modificar e evoluir, bem como a capacidade das organizações se modificarem de acordo com as regras estabelecidas demonstra uma relação próxima com o pensamento dos Neo-Schumpeterianos evolucionistas. Além disso, o pensamento de North (1998) sobre a dependência de uma trajetória, também chamado de *path dependence*, que levará a mudança das organizações e instituições, demonstra que a história importa para ambas as correntes teóricas, assim como o pensamento de evolução de trajetória em um sistema econômico de Freeman (1995).

Sobre o *path dependence*, Shikida e Perosa (2012) realizaram um estudo sobre o *path dependence* do álcool combustível no Brasil, um dos três principais produtos da agroindústria canavieira, sendo os outros dois o açúcar e a energia da biomassa. De acordo com Shikida e Perosa (2012), o álcool combustível ganhou força após a crise do petróleo em 1980, favorecendo uma orquestração de interesses dos empresários das usinas e destilarias, do Estado, do setor de máquinas e equipamentos e da indústria automobilística. Shikida (1997, p. 166-167) descreve o interesse de cada um dos agentes supracitados:

Para os usineiros tratava-se de diversificar a produção, de criar um novo mercado diante das frequentes crises da economia açucareira, e diante também de um parque produtivo que precisava avançar tecnologicamente e que estava com tendência à sobrecapacidade. Para o Estado, os interesses nesse Programa resumiam-se nos seguintes objetivos: economia de divisas; diminuição das desigualdades regionais de renda; crescimento da renda interna; geração de empregos; e expansão da produção de bens de capital. Para o setor de máquinas e equipamentos (indústria de bens de capital), o advento do PROÁLCOOL permitia vislumbrar um quadro de continuidade do crescimento que havia sido iniciado ao final da década de 1960 e que

atingiu o seu auge no período do “milagre” econômico do País. Especificamente para a indústria automobilística, a crise do petróleo obstaculizava, de certa forma, a continuidade da política de transporte baseada em rodovias; e o carro movido a álcool despontava como uma alternativa para a continuidade dessa política de transporte.

Nota-se que as instituições, representadas no *path dependence* do álcool combustível pelo Estado, têm a capacidade de realizar ações ou políticas que estimule o processo de inovação tecnológica. Percebe-se também o caráter evolutivo das instituições, que elaborou novas regras frente aos percalços econômicos percebidos na crise do petróleo, criando o PROÁLCOOL e contribuindo com a inserção do álcool combustível na matriz energética brasileira.

Chang (2002) cita algumas práticas de países que avançaram tecnologicamente, realizando o *catching-up* dos países desenvolvidos. Citando o caso do Japão, o Estado estava atrelado à grandes projetos como a implantação de fábricas modernas, criação de infraestrutura adequada, elaboração de projetos de transferência de tecnologia por meio de contratação de consultores estrangeiros especializados, importação e adaptação de instituições de países avançados (como a legislação penal com base na legislação francesa, legislação comercial e civil alemã com elementos britânicos, exército característicos dos alemães e marinha dos britânicos, banco central nos moldes belgas e o sistema bancário baseado no norte-americano). Assim, compreende-se que o Estado, como uma das principais instituições, possui a capacidade de agir em favor da evolução tecnológica dos diversos setores que compõem uma economia. Praetorius et al. (2009) corroboram essa ideia destacando que as instituições tem a capacidade de impactar a exequibilidade e a viabilidade administrativa, tecnológica e econômica de inovações e de sua implementação.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

CARACTERÍSTICAS E FONTES

Essa pesquisa tem o objetivo de investigar o desenvolvimento do processo inovativo do setor de energia elétrica da biomassa. Para isso, realizou-se um levantamento das ações endógenas e exógenas às empresas do setor que promovem a inovação, seja ela radical ou incremental, seguindo a definição de Dosi (1988). Além disso, utilizou-se das teorias Neo-Schumpeteriana e Nova Economia Institucional para investigar os incentivos próprios e das instituições pertencentes ao setor em direção ao processo inovativo. Desta forma, acredita-se que é possível identificar ações endógenas, bem como a importância de ações exógenas para a promoção do desenvolvimento do setor em análise.

Para realizar essa pesquisa, várias fontes serão utilizadas. Na BM&FBovespa serão utilizados os demonstrativos financeiros das três empresas listadas (Biosev S.A., Raizen Energia S.A. e São Martinho S.A.), que poderão fornecer informações sobre o investimento intangível anual das empresas, cujo P&D está inserido nessa conta. Outra fonte de informação são as organizações e instituições criadas pelo Estado para regular o mercado de energia elétrica no País, assim como realizar pesquisas no setor, como o Ministério de Minas e Energia (MME), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e a Eletrobrás. O Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) é uma instituição que fornece crédito para o

desenvolvimento do País, sendo utilizada também especificamente para o setor elétrico. Além disso, instituições especializadas da agroindústria canavieira também serão investigadas, como a União da Indústria Canavieira (UNICA), Novacana, Associação da Indústria de Cogeração de Energia (COGEN), dentre outras.

ANÁLISE DOS PROCESSOS DE INOVAÇÃO NO SETOR ELÉTRICO DA BIOMASSA

Esse capítulo está dividido em duas partes, sendo que a primeira analisará as ações das organizações em direção ao processo inovativo (aspectos endógenos) e a segunda parte analisará ações das instituições, que formam o ambiente em que as organizações estão inseridas (aspectos exógenos), possibilitando a geração de inovações.

AÇÕES ENDÓGENAS

Um primeiro aspecto que deve-se levar em consideração quando se trata de investimento em inovação das organizações é o quanto as empresas investem em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Para isso, demonstrativos financeiros de três empresas listadas na BM&FBovespa foram selecionados para investigar há investimento em P&D. De acordo com as notas explicativas das demonstrações financeiras, o investimento realizado em P&D estão inseridas na conta “intangível” do balanço patrimonial. Entretanto, as notas explicativas das empresas selecionadas não trazem o valor detalhado da conta “intangível”. Os valores referentes a essa conta estão inseridos na Tabela 1.

Tabela 1 – Conta intangível das empresas selecionadas referente ao exercício de 2011 a 2015 – em milhares de reais

Empresas/Período	2011	2012	2013	2014	2015
Biosev S.A.	1.057.462	1.036.721	946.002	937.357	934.163
Raizen Energia S.A.	1.191.949	1.254.272	1.535.137	1.494.333	1.471.421
São Martinho S.A.	54.892	230.657	192.917	500.541	489.557

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos demonstrativos das respectivas empresas.

De acordo com a ANEEL (2016a), o programa de P&D no setor de energia elétrica busca alocar recursos humanos e financeiros em projetos originais, aplicáveis, relevantes e viáveis economicamente em produtos e serviços, processos e usos finais da energia. Esse estímulo à inovação impulsiona o setor a buscar a criação de novos equipamentos e o aprimoramento da prestação de serviços de forma que colabore com a segurança do fornecimento de energia elétrica, a modicidade tarifária, a diminuição do impacto ambiental do setor e a dependência tecnológica do País. Desta forma, o investimento em P&D realizado pelas empresas está relacionado com o que Malerba (1992) denomina de *learning-by-searching*, no qual o avanço tecnológico ocorre por meio do aprendizado gerado a partir do desenvolvimento e geração de novos conhecimentos, e com o *learning-by-studying* (PAVITT, 1992), que está atrelado às atividades de experimentação e avaliação em laboratórios de P&D.

Outro aspecto relacionado com a inovação que deve ser considerado foi a própria inserção da produção de energia elétrica da biomassa na agroindústria canavieira. Segundo Barja (2006), a primeira caldeira capaz de gerar energia elétrica foi criada no século XVIII por James Watt e utilizava o carvão como combustível. Porém,

essa tecnologia só chegou ao Brasil no início do século XX, época em que não havia formas eficientes de geração de energia elétrica centralizada. Posteriormente, com o sucesso das usinas hidrelétricas, a cogeração perdeu força no País. Na agroindústria canavieira, essa tecnologia começou gerar excedentes na década de 1980, cuja Usina São Francisco (localizada em Sertãozinho-SP) comercializou pela primeira vez no Brasil a energia elétrica utilizando bagaço de cana como insumo (CARDOSO, 2011).

De acordo com dados da ANEEL (2016b), atualmente existem 397 usinas produtoras de energia elétrica da biomassa da cana no Brasil, que estão situadas nos estados de São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Pernambuco, Espírito Santo, Santa Catarina, Paraná, Pará, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Alagoas, Minas Gerais, Tocantins, Sergipe, Paraíba, Rio de Janeiro, Bahia e Rio Grande do Norte.

Com a implantação da primeira usina produtora de energia elétrica no País, outras empresas buscaram essa tecnologia no mercado com o intuito de elevar o retorno sobre o negócio. Além disso, a cogeração de energia possibilitou a eliminação de resíduos gerados da produção do açúcar e etanol.

A expansão da tecnologia de cogeração de energia da biomassa entre as usinas espalhadas pelo Brasil é corroborada pela ideia de *learning-by-competitors* de Pavitt (1992), em que os competidores realizam uma avaliação do desempenho e estratégias dos competidores. Além disso, essa nova tecnologia inserida na agroindústria canavieira pode ser entendida como uma inovação radical (*technology push* ou *science push*) na definição de Dosi (1988). Assim, analisando que a tecnologia inserida no setor poderia maximizar o lucro, as usinas buscaram a implantação dessa tecnologia nas suas unidades. Atualmente, de acordo com Novacana (2016), essa é uma tecnologia amplamente conhecida no setor, cujo sistema de cogeração é de fabricação nacional. Ademais, além de fornecer esse sistema para as usinas brasileiras, essa tecnologia é também exportada para outros países.

AÇÕES EXÓGENAS

No que tange às ações exógenas à usinas de cogeração de energia elétrica, o Estado surge como instituição principal capaz de promover o processo de inovação. De acordo com a afirmação de North (1998) as instituições podem ser entendidas como as regras do jogo que regulam uma sociedade, sendo nesse caso o Estado como regulador do setor de energia elétrica da biomassa que elabora leis, regras e mecanismos responsáveis por tornar eficiente as regras elaboradas.

Diante disso, Souza (2003) relata que após a crise elétrica de 2001 que gerou um racionamento de energia principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, em que as usinas poderiam investir na cogeração devido à urgência de aumentar a oferta de energia, o que possibilitava também as usinas almejarem lucros com o negócio em conjunto com o etanol e o açúcar. Para solucionar o problema da crise, o Estado criou a Câmara de Gestão da Crise Elétrica (CGCE) em 2001, que atuou na demanda, incentivando o racionamento de energia. Porém, isso não foi o suficiente para acabar com a crise, pois a expectativa de crescimento da oferta de energia não ocorreu. Souza (2003) afirma que uma explicação para esse acontecimento seria a elevada especificidade dos ativos necessários para a produção de energia, de forma que foi somente quando o Estado deu garantias de integração de fontes alternativas que a oferta aumentou. Uma das regras criadas pelo Estado que estimulou as usinas da agroindústria canavieira a buscarem inovação foi as novas condições de acesso ao Sistema Interligado Nacional (SIN) que foram definidas pela ANEEL, autarquia

vinculada ao Ministério de Minas e Energia criada para regular o setor elétrico brasileiro (ANEEL, 2016c).

Desta forma, percebe-se que, em um ambiente de incerteza e que requer elevado investimento em ativos específicos, o investimento por meio das organizações não ocorrerá, sendo apenas realizado quando houver garantias que mitiguem a incerteza, conforme visto em Williamson (1985). Nota-se que, nesse caso, o mecanismo de livre mercado não funcionou conforme esperado, sendo necessário que o Estado interviesse, sinalizando para as organizações que a possibilidade de não obter retornos do investimento realizado era mínima. Da mesma forma ocorreu com o *path dependence* do álcool no Brasil, cuja expansão da produção ocorreu devido à orquestração de interesses com o Estado e outros setores, o que sinalizou segurança para os investimentos.

Além da inovação de produto (energia elétrica), as instituições podem proporcionar outras formas de incentivo à inovação. Após a crise elétrica de 2001, o Estado criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, de acordo com o Decreto 5025, de 2004. O objetivo desse programa era aumentar a participação da energia elétrica criada por fontes como a biomassa, eólica e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) no SIN. A partir desse programa, a diversificação das fontes de energia elétrica poderia acontecer, diminuindo a dependência das grandes usinas hidrelétricas, almejando aumentar a segurança do fornecimento de energia, além de proporcionar a valorização de locais e regiões que realizem esse tipo de produção (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME, 2010).

O PROINFA possui ainda um apoio via Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) a investimentos em projetos de geração de energia por meio de fontes renováveis, financiando até 70% dos itens financiáveis das empresas, com juros que variavam de 2% a 3,5% a.a. e prazo de pagamento de até 10 anos. Ademais, a partir do início do programa, toda a energia gerada tem garantia de contratação de 20 anos pelas Centrais Elétricas Brasileiras S. A. – Eletrobrás (MME, 2010). O lançamento dessa linha de crédito assim como outros privilégios concedidos pelo programa possibilitaram a inserção de novas geradoras de energia elétrica por meio de fontes alternativas, mas também serviu de sinalizador para os investidores de que o governo brasileiro realmente estava com a intenção de diversificar sua matriz energética, o que diminuía o risco do investimento. De acordo com a Eletrobrás (2016), até o final de 2011, 119 empreendimentos foram implantados, sendo 41 usinas eólicas, 59 PCHs e 19 usinas térmicas de biomassa. O total de energia adicional implantado desses 119 empreendimentos foi de 2.649,87 MW, composto por 963,99 MW de usinas eólicas, 1.152,54 MW de PCHs e 533,34 MW de usinas de biomassa.

O Estado pode ainda gerar mecanismos de incentivo ao investimento em P&D por parte das próprias empresas. A lei nº 9.991/2000 determina que as empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica são obrigadas a aplicar anualmente parte de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em P&D. Esses recursos seriam rateados para diversos destinos. De acordo com essa lei, 40% iria para Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), fundo gerido pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), 40% seria destinado para projetos de P&D, segundo regulamentos estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e 20% seriam enviados ao Ministério de Minas e Energia (MME), a fim de custear os estudos e pesquisas de planejamento da expansão do sistema energético, bem

como os de inventário e de viabilidade necessários ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos. Entretanto, essa lei isenta o investimento em P&D de empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração qualificada (ANEEL, 2016d).

Percebe-se então que, no caso da energia da biomassa, a lei nº 9.991/2000 não impõe a necessidade de investimento em P&D, porém, de acordo com os dados observados anteriormente nas empresas listadas na BM&FBovespa, existem empresas que investem em P&D por conta própria, mesmo que a lei não exija esse investimento. Esse investimento contribui para o aperfeiçoamento e evolução do setor, possibilitando o avanço tecnológico e vantagens competitivas na matriz energética do País.

Deve-se salientar que o Estado pode ainda criar outras organizações ou instituições que possibilitem o P&D nos setores de interesse. A criação de universidades pode ser um exemplo de instituição que auxiliam no processo de inovação atuando juntamente com empresas. Esse tipo de parceria já ocorreu e ocorre até os dias atuais entre universidade-empresa. Especificamente na agroindústria canavieira, pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos atuaram em um programa de melhoramento genético em cana-de-açúcar. Luis Claudio Rubio e Sizuo Matsuoka começaram a desenvolver a cana-energia em 2002, negócio que foi vendido para a Monsanto em 2008. Porém, como a Monsanto não quis dar continuidade ao negócio e extinguiu a chamada CanaVialis. Após o cumprimento contratual de dois anos de não-competição com a Monsanto, Rubio e Matsuoka criaram a Vignis. Essa nova planta poderia contribuir para a expansão da produção e produtividade dos canaviais, além de proporcionar maiores quantidades de bagaço e, conseqüentemente, mais energia (NOVACANA, 2015).

Essa evolução genética gerada pelos pesquisadores da Universidade Federal de São Carlos pode ser considerada um inovação gerada pelo que Malerba (1992) chama de *learning from advances in science and technology*, que ocorre pela absorção de novos desenvolvimentos na ciência e na tecnologia. Além disso, o aprendizado gerado para a agroindústria canavieira pode ser destacado pela definição de Lundvall (2006) sobre o *know-how*, que é inerente às habilidades de se fazer algo e que o conhecimento pessoal é expresso por meio de capacidades com base na experiência, sendo expresso nesse exemplo pelo conhecimento dos pesquisadores em melhoramentos genéticos, assim como *know-who*, entendido como um conhecimento de quem sabe algo e quem sabe o que fazer.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse artigo foi investigar como ocorre o processo de inovação no setor da energia elétrica da biomassa da cana-de-açúcar. Para isso pesquisou-se em organizações e instituições do setor, embasadas nas teorias Neo-Schumpeteriana e Nova Economia Institucional, as políticas e incentivos realizados.

Sobre as ações endógenas à empresa, pesquisou-se apenas se existem empresas que investem em P&D. Assim, considerando as três empresas listadas na BM&FBovespa, notou-se que todas realizaram esse tipo de investimento, que é um dos elementos chave para o processo de inovação. Quanto às ações exógenas, que é dado com maior ênfase nesse artigo, notou-se que as instituições possuem papel fundamental para promover inovações no setor. Isso foi observado tanto nas políticas de incentivo à fontes alternativas, fazendo com que a geração de energia fosse implementada com

maior força na agroindústria canavieira, bem como pela criação de outras instituições que realizam P&D (por exemplo, a Universidade Federal de São Carlos).

O Estado, instituição principal de uma nação, tem o poder de criar mecanismos de incentivo à inovação como leis, regras, fornecimento de crédito para fins de P&D, dentre outras ações, tornando-se também a principal instituição para o setor da energia elétrica da biomassa da cana. Observou-se que, além dos incentivos supracitados, o Estado tem a capacidade de diminuir a incerteza que permeia o mercado, garantindo que o retorno sobre os investimentos em ativos com elevada especificidade possa ser obtido, como foi observado na expansão pós-crise de 2001, quando o Estado facilitou a inserção das fontes alternativas no SIN.

Como futuras agendas de pesquisa, pode-se avaliar mais a fundo os investimentos que as organizações realizam em P&D, bem como utilizar uma amostra maior de empresas para saber se esse tipo de investimento é comum no setor ou apenas em empresas de maior porte (como as empresas listadas na BM&FBovespa). Além disso, a investigação da parceria das empresas com as universidades e demais instituições que promovem a P&D poderia demonstrar o potencial tecnológico adquirido pelas empresas do setor, bem como o potencial futuro.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Informações gerenciais**, 2015. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/informacoes-gerenciais>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Programa de P&D**, 2016a. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d>>. Acesso em: 24 out. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Banco de informações de geração**, 2016b. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/CombustivelListaUsinas.asp>>. Acesso em: 26 out. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Fonte renováveis**, 2016c. Disponível em: < http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap4.pdf>. Acesso em: 26 out. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Pesquisa & Desenvolvimento**, 2016d. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=722&idPerfil=3>>. Acesso em: 01 nov. 2016.
- AKERLOF, G. A. The market for lemons: quality uncertainty and the market mechanism. **Quarterly Journal of Economics**, v. 84, p. 488-500, 1970.
- ANDERSEN, E. S.; LUNDEVALL, B. A. Small national systems of innovation facing technological revolution: an analytical framework. In: FREEMAN, C.; LUNDEVALL, B. A. (Ed.). **Small countries facing the technological revolution**. New York: Pinter, 1988. p. 9-36.
- ARROW, K. J. Uncertainty and the welfare economics of medical care. **The American Economic Review**, v. 53, n. 5, p. 941-973, 1963.
- ASSOCIAÇÃO DA INDÚSTRIA DE COGERAÇÃO DE ENERGIA – COGEN. **Cogeração**, 2014. Disponível em: < <http://www.cogen.com.br/cogeracao/conceito-e-tecnologias> >. Acesso em: 19 maio 2015.

BARJA, G. J. A. **A cogeração e sua inserção ao sistema elétrico**. Brasília, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas) – Universidade de Brasília.

BORGES, W. J. **A trajetória tecnológica das máquinas e equipamentos agrícolas no Brasil: uma análise a partir da integração técnico-analítica das abordagens evolucionária e institucionalista**. Florianópolis, 2016. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Santa Catarina.

CARDOSO, T. F. **Cogeração de energia através do bagaço da cana-de-açúcar: revisão de literatura**. Sertãozinho, 2011. Dissertação (Mestrado em Gestão de Produção Sucoenergética) – Universidade Federal de São Carlos.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Estudo Comparativo dos Sistemas Nacionais de Inovação no Brasil, Rússia, Índia e China. **Brics**. 2007. Disponível em <<http://www.redesist.ie.ufrj.br>>. Acesso em: 14 março 2008.

CASTRO, N. J. et al. **Expansão do sistema elétrico brasileiro e o potencial hidroelétrico da região amazônica**. 2012. Disponível em: <http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/53_TDSE50.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2016.

CHANDLER, A. D. Organizational capabilities and the history of the industrial enterprise. **Journal of Economic Perspective**, v. 6, n. 3, p. 79-100, 1992.

CHANG, H. J. **Chutando a escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: Unesp, 2002.

COASE, R. H. The Nature of the Firm. **Economica**, v. 4, n. 16, New Series, p. 386-405, 1937.

DOSI, Giovanni. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, v.26, p.1120-1171, 1988.

_____. **Mudança técnica e Transformação Industrial**. Campinas: Editora Unicamp, 2006.

ELETOBRÁS. **PROINFA**. 2016. Disponível em: <[http://www.eletobras.com/elb/ProinfA/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm#Movimentação financeira do Proinfa](http://www.eletobras.com/elb/ProinfA/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm#Movimentação%20financeira%20do%20Proinfa)>. Acesso em: 01 nov. 2016.

FREEMAN, C. The national System of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v.19, n.1, p. 5-24, 1995.

KNIGHT, F. H. **Risk, uncertainty and profit**. Boston: Houghton Mifflin, 1921.

LAPLANE, M. Inovações e dinâmica capitalista. In: CARNEIRO, R. (org.). **Os clássicos da economia**. São Paulo: Editora Ática, 1997.

LUNDEVALL, B. A. **Knowledge management in the learning economy**. In: DRUID, 2006.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **The Economic Journal**, v. 102, n. 413, p. 845-859, jul. 1992.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **PROINFA**. 2010. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

NELSON, R; WINTER, S. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas, Editora Unicamp, 2005.

NORTH, D. C. **Custos de transação, instituições e desempenho econômico**. Rio de Janeiro: Instituto Liberal, 1998.

NOVACANA. **Cana-energia: a revolução sucoenergética está começando**. 2015. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/variedades/especial-cana-energia-revolucao-sucoenergética-201015/>>. Acesso em: 30 maio 2016.

- NOVACANA. **Cogeração**: como funciona a produção de energia elétrica numa usina sucroalcooleira. 2016. Disponível em: <<https://www.novacana.com/usina/cogeracao-como-funciona-producao-energia-eletrica/>>. Acesso em: 26 out. 2016.
- PAVITT, K. Some foundations for a theory of the large innovating firm. In: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINELLI, P. A. (Ed.). **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Clarendon, 1992. p. 212-228.
- PENROSE, E. **The theory of the growth of the firm**. 3. ed. Oxford: Basil Blackwell, 1959.
- PRAETORIUS, B. et al. **Innovation for sustainable electricity systems**: exploring the dynamics of energy transitions. Heidelberg: Physica Verlag, 2009.
- POSSAS, M. L. A economia política no Brasil hoje. **Revista de Economia Política**, São Paulo, SP, v. 10, n.2, p. 95-115, 1990.
- RICHARDSON, G. B. **The organization of industry**. *Economic Journal*, v. 82, p. 883-896, 1972.
- ROSENBERG, N. Learning by using. In: ROSENBERG, N. **Inside the black box**: technology and economics. Cambridge: Cambridge Univ., 1982. p. 120-140.
- SCHUMPETER, J. A. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e ciclo econômico. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1997.
- SHIKIDA, P. F. A. **A evolução diferenciada da agroindústria canavieira no Brasil de 1975 a 1995**. Piracicaba (SP), 1997. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP).
- SHIKIDA, P. F. A.; PEROSA, B. B. Álcool combustível no Brasil e *path dependence*. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 2, p. 243-262, abr./jun. 2012.
- SIMON, H. A. **Comportamento administrativo**. 3 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979.
- SOUZA, Z. J. **Geração de energia elétrica excedente no setor sucroalcooleiro**: Entraves estruturais e custos de transação. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos.
- UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR – UNICA. Bioeletricidade: o que falta para esta alternativa energética deslanchar. **Colunas**, 2012. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/colunas/470156692036979688/bioeletricidade-por-cento3A-o-que-falta-para-esta-alternativa/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism**: firms, markets, relational contracting. New York: New York Press, 1985.
- ZYLBERSZTAJN, D. Economia das organizações. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares**. São Paulo: Thomson Pioneira, 2000.