

# Plataforma Logístico-Cooperativa na Gestão Econômica do Setor Elétrico Brasileiro

Fabricio Quadros Borges<sup>1</sup>

Fabrini Quadros Borges<sup>2</sup>

## Resumo

Esta investigação questiona se a dinâmica proposta pela plataforma logístico-cooperativa poderia ser utilizada como contribuinte ao planejamento da matriz elétrica brasileira. A metodologia baseou-se em uma análise da identificação dos principais insumos e componentes industriais empregados em comum pelas cadeias produtivas de geração de eletricidade e na aplicação da Matriz de Kraljic, na qual estes insumos e componentes são analisados por meio de quadrantes que identificam os meandros de seus ambientes de negociação. O estudo concluiu que o uso da plataforma logístico-cooperativa poderá contribuir ao processo de planejamento da matriz elétrica brasileira.

**Palavras-chave:** Plataforma logístico-cooperativa. Fontes geração de eletricidade. Matriz elétrica.

## PLATFORM-COOPERATIVE LOGISTICS MANAGEMENT ECONOMIC BRAZILIAN POWER SECTOR

## Abstract

This research questions whether the implementation of the proposed dynamic co-logistics platform could be used as a contributor to the planning of the Brazilian energy matrix. The methodology was based on an analysis identifying key inputs and industrial components used in common by the productive chains of electricity generation and application of Kraljic Matrix, where these inputs and components are analyzed by quadrants that identify the intricacies of their trading environments. The study concluded that the use of platform-cooperative logistics can contribute to the planning process of the Brazilian energy matrix.

**Keywords:** Platform-cooperative logistics. Sources of electricity generation. Matrix electricity.

<sup>1</sup> Pós-doutor pela Universidade de São Paulo (Ipen/USP). Doutor em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pela Universidade Federal do Pará (Ufpa). Mestre em Planejamento do Desenvolvimento pela Ufpa. Graduado em Administração de Empresas e em Economia pela Universidade da Amazônia (Unama). Servidor federal do Quadro Permanente do Instituto Federal do Pará (IFPA). Professor permanente do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração da Unama. doctorborges@bol.com.br

<sup>2</sup> Doutorando em Engenharia da Produção pela Ufscar. Professor permanente do Mestrado em Administração da Universidade da Amazônia (Unama). Professor do Quadro Permanente da Universidade do Estado do Pará (Ueapa). masterborges@bol.com.br

O consumo mundial de energia primária, aquela que existe na natureza e que serve de fonte para a geração de eletricidade, aumentará 60% até 2030 e duplicará até 2050 (International..., 2010). Países em desenvolvimento como a China e a Índia apresentaram nos últimos anos um crescimento de consumo de eletricidade da ordem de 7% ao ano (Walisiewicz, 2008). O Brasil registra um ritmo de crescimento deste consumo da ordem de 5% ao ano (Centro..., 2011), o que também inclui o país nesta tendência de aumento do consumo. Em vista disso, a energia elétrica tem sido tratada cada vez mais como um bem de natureza estratégica que transita por dimensões econômicas, sociais, ambientais, tecnológicas e políticas.

As condições de disponibilidade de energia elétrica em quantidade, qualidade e custos competitivos, determinam a capacidade das sociedades assegurarem determinado padrão de vida. Este padrão, porém, muitas vezes é construído a partir da utilização de fontes de geração de eletricidade causadoras de significativos impactos ao meio ambiente na medida em que o lançamento de gases de CO<sub>2</sub> na atmosfera provoca o efeito estufa e colabora para o aquecimento global. As emissões destes gases no mundo correspondem a 49 bilhões de toneladas lançadas todos os anos na atmosfera. Destas, aproximadamente 26 bilhões de toneladas estão vinculadas à produção de energia elétrica (Intergovernmental..., 2007). As melhores estimativas indicam que, dentro de 20 anos, os países em desenvolvimento estarão contribuindo com 44% do total mundial de emissões de CO<sub>2</sub>, um aumento significativo em relação à taxa atual de 28% (Walisiewicz, 2008). Neste sentido, a necessidade de transformação na disposição das formas de geração de eletricidade representa hoje um dos maiores desafios da agenda energética internacional.

Neste contexto, a matriz elétrica se apresenta como uma ferramenta importante ao alcance deste desafio, na medida em que compreende a disposição das diversas formas de eletricidade disponibilizadas aos processos produtivos em determinado contexto espacial, envolvendo suas fontes de geração e utilização. Ante as crescentes preocupações com o meio ambiente,

os países que melhor posicionarem suas matrizes elétricas, por intermédio da utilização de fontes de baixo impacto ambiental e de baixo custo, terão vantagens comparativas determinantes aos seus processos de desenvolvimento.

A elaboração de matrizes elétricas está vinculada ao uso estratégico de diferentes fontes renováveis de produção e uso de eletricidade. De acordo com Goldemberg e Moreira (2005), fontes de energia compreendem insumos em que sua utilização deve observar os aspectos do desenvolvimento sustentável. Tão importante como sua disponibilidade interna a custos competitivos, entretanto, é o uso que se faz dessa energia na produção dos serviços que ela proporciona. Esta utilização permite observar que a quantidade de energia elétrica produzida deve ter sua importância associada aos tipos de fontes de geração deste insumo, assim como às formas de acesso da população. Logo, possibilita levantar subsídios de análise na tentativa de orientar ações públicas do setor elétrico que sejam mais comprometidas com o desenvolvimento sustentável (Reis; Fadigas; Carvalho, 2005).

O desafio mundial de estruturar matrizes elétricas reside no enfrentamento de vários obstáculos envolvendo aspectos tecnológicos e socioambientais, pautados em características naturais específicas de cada região. O perfil específico dos recursos naturais disponíveis para a geração de eletricidade em cada país nem sempre é utilizado a partir de bases sustentáveis. Em alguns países verificam-se potencialidades naturais significativas que não foram objetos da aplicação de tecnologias eficazes, seja por restrições econômicas ou fragilidades no processo de planejamento. Já em outros países, observa-se que o domínio de aspectos econômicos não impediu que impactos ambientais negativos fossem notadamente constatados, seja pela ausência de tecnologias apropriadas ou por dificuldades na gestão do sistema de controle de impactos.

Na realidade brasileira, verifica-se uma ampla dependência da fonte hídrica na geração de energia elétrica. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2012) –, em 2011 a oferta de eletricidade a partir de fonte hídrica registrou 467.000 Gwh no país. Isto equivale a 81,7% da oferta total

de energia elétrica. A dependência do regime de chuvas e os significativos impactos socioambientais causados por esta fonte de geração de energia, têm diminuído sua utilização no mundo. A contratação de fontes de energia intrinsecamente complementares à geração hídrica e que, simultaneamente, contribuam para a diversificação sustentável da matriz elétrica brasileira, é a alternativa mais estratégica para o futuro energético do país (Castro; Brandão; Dantas, 2009).

Nesta perspectiva, a urgente necessidade de diversificação da matriz elétrica, que visa o enfrentamento da insegurança na oferta de eletricidade e do desafio da problemática ambiental, compreende pauta inadiável na agenda energética nacional. A possibilidade de criar condições amplas e concretas de inserir fontes alternativas de geração de eletricidade em complemento à fonte hídrica, de maneira a atenuar percalços econômicos e tecnológicos que impeçam a ampliação do uso destas fontes, é o foco principal deste estudo. Nesta perspectiva, o objetivo desta investigação é o de analisar a possibilidade de execução da dinâmica proposta pela plataforma logístico-cooperativa enquanto contribuinte ao planejamento da matriz elétrica brasileira. A possibilidade de efetivação da dinâmica da plataforma logístico-cooperativa criaria condições de viabilizar um planejamento da matriz elétrica brasileira a partir de uma maior diversificação de fontes, de modo a torná-la mais estratégica e segura.

A plataforma logístico-cooperativa se define como uma prática de gestão em que os parceiros buscam compartilhar soluções, aproximar interesses e introduzir vantagens para os envolvidos, e esta cooperação pode se dar entre parceiros da mesma cadeia de produção, ou entre parceiros de cadeias produtivas diferentes (Rosa, 2004). O ambiente de geração de energia elétrica envolve importantes cadeias produtivas como a hídrica, a eólica e a solar. Cada uma destas cadeias emprega inúmeros componentes como turbinas, geradores, estruturas metálicas e sistemas elétricos que, mesmo consideradas as especificidades tecnológicas, poderiam compartilhar

alguns custos e potencializar determinadas vantagens de infraestrutura e operação capazes de contribuir à viabilização do processo de diversificação de matrizes elétricas.

Neste sentido, esta investigação pretende questionar: A dinâmica proposta pela plataforma logístico-cooperativa poderia ser utilizada como contribuinte ao planejamento da matriz elétrica brasileira? Parte-se da hipótese de que o setor elétrico nacional não pode prescindir de desenvolver um processo de diversificação na disposição das fontes de eletricidade, na medida em que esta ação representa uma resposta aos novos padrões de competitividade.

Assim, esta pesquisa se justifica pela oportunidade de pensar possibilidades estratégicas capazes de viabilizar um reposicionamento da matriz elétrica brasileira, na medida em que o insumo energético pode ser compreendido como um recurso para a garantia de um relativo padrão de qualidade de vida da população, assim como pela possibilidade de promover o fortalecimento de cadeias produtivas de geração de eletricidade capazes de fornecer investimentos e novos postos de trabalho no país. Além desta introdução, o estudo é composto por: procedimentos metodológicos, fundamentação teórica, análise e interpretação de resultados, considerações finais e referências bibliográficas.

## **Procedimentos Metodológicos**

Adotou-se na metodologia desta investigação uma abordagem qualitativa de natureza exploratória. É qualitativa na ocasião em que cria condições para percepção e entendimento sobre a possibilidade de uso da dinâmica verificada na plataforma logístico-cooperativa como estratégia favorável ao processo de diversificação sustentável da matriz elétrica brasileira. É exploratória no momento em que procura elementos que avaliem a viabilidade

desta possibilidade junto ao ambiente operacional das cadeias produtivas de geração de eletricidade. O estudo se desenvolveu a partir de três etapas: a coleta de dados, o seu tratamento e a análise e interpretação de resultados.

A coleta de dados realizou-se em dois momentos. No primeiro, por meio de um estudo bibliográfico realizou-se uma verificação de livros, anais e periódicos que fundamentassem a abordagem conceitual das principais categorias teóricas desta investigação: plataforma logístico-cooperativa e desenvolvimento sustentável a partir do ambiente das fontes de geração de energia elétrica. Ainda, utilizaram-se documentos fornecidos por instituições vinculadas ao setor elétrico que auxiliaram a caracterizar o contexto temático abordado. As instituições foram: Empresa de Pesquisa Energética – EPE; Eletrobras – Centrais Elétricas Brasileiras; Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel; Centro Brasileiro de Infraestrutura – CBIE; e Ministério de Minas e Energia – MME. O estudo bibliográfico, como bem observa Jung (2005), objetiva conhecer as variadas maneiras de contribuições científicas existentes que se realizaram sobre certo assunto ou fenômeno.

Em um momento ulterior, a coleta de dados se desenvolveu mediante o levantamento das listagens dos principais insumos negociados pelos segmentos de fornecimento e das listagens dos principais componentes industriais usados pelos segmentos de produção das três mais importantes cadeias produtivas de geração de eletricidade, a de fonte hídrica, a de fonte eólica e a de fonte solar. A escolha destas fontes fundamentou-se pelo potencial e caráter sustentável que podem proporcionar por meio de suas cadeias produtivas ao processo de diversificação da matriz elétrica. A opção pelos segmentos de fornecimento e de produção se deu em virtude de estes estarem diretamente relacionados à instituição e manutenção de usinas de geração de eletricidade, envolvendo amplos aspectos tecnológicos e de custos. As fontes de coleta foram documentos fornecidos por grandes fabricantes de motores e equipamentos para usinas de geração de energia elétrica, como: Alterima Indústria de Geradores, Solarius Lumier, Tecnocon Ltda., Aggreko Brasil e Siemens Brasil.

O tratamento de dados realizou um cruzamento entre as listagens dos principais insumos disponibilizados pelos segmentos de fornecimento das três cadeias produtivas de geração de eletricidade tratadas neste estudo, e entre as listagens dos principais componentes industriais fabricados pelos segmentos de produção das referidas cadeias. A intenção foi a de identificar insumos de mesma natureza e componentes produzidos a partir de linhas industriais aproximadas tecnologicamente, o que favoreceria ao conhecimento dos meandros das possibilidades de constituição do ambiente sinérgico de integração verificado na concepção de gestão da plataforma logístico-cooperativa.

Por fim, desenvolveu-se a análise e interpretação de resultados. Esta etapa avaliou as possibilidades de aplicação da essência conceitual da dinâmica utilizada pela plataforma logístico-cooperativa como estratégia ao processo de diversificação sustentável da matriz elétrica brasileira. A análise realizou-se em dois momentos: na observação dos insumos e componentes industriais, que poderiam se vincular a uma plataforma logístico-cooperativa por meio dos segmentos de fornecimento e de produção das três cadeias produtivas consideradas nesta investigação; e na avaliação dos insumos e componentes industriais diante da aplicação da Matriz de Kraljic (Klippel; Antunes Jr.; Vacarro, 2007), quando estes insumos e componentes foram classificados em grupos de produtos estrategicamente dispostos que facilitam uma percepção do potencial de integração e sinergia entre os insumos fornecidos pelas diferentes cadeias produtivas e entre os componentes industriais fabricados por estas cadeias.

## **Fundamentação Teórica**

O fundamento teórico nesta investigação foi alicerçado pelas interpretações da plataforma logístico-cooperativa e o uso das fontes de geração de energia elétrica. A seguir, desenvolvem-se breves considerações a respeito de cada uma delas.

## ***Plataforma Logístico-Cooperativa***

A plataforma logístico-cooperativa se define como a prática de gestão logística na qual os envolvidos buscam compartilhar soluções, aproximar interesses e introduzir vantagens para as partes. Esta cooperação pode se dar em um espaço físico delimitado e ocorrer entre os parceiros de uma mesma cadeia de produção – integração vertical – ou entre parceiros de diferentes cadeias – integração horizontal (Rosa, 2004). Neste sentido, o conceito pode ser empregado a uma plataforma de produção industrial que atenda a diferentes cadeias produtivas, de setores de produção distintos, de modo a criar condições para que cada uma destas cadeias possa usufruir de vantagens como: redução de investimentos em infraestrutura e aumento da capacidade de criar soluções logísticas, além das demais vantagens de se utilizar uma produção integrada em escala.

O ambiente da plataforma logístico-cooperativa compreende uma dinâmica de gestão composta por uma estrutura física delimitada e formada por uma concentração de atividades logísticas (plataforma-logística), por um grupo de produtores envolvidos por intermédio de relações horizontais que busquem oportunidades a partir de capacitações e competências complementares (rede de cooperação), e pela reunião de parceiros que combinam esforços no alcance de objetivos (aliança estratégica).

A plataforma logístico-cooperativa é um conceito relativamente novo, porém envolve categorias já conhecidas como a plataforma logística, a rede de cooperação e a aliança estratégica. Nesta perspectiva, apresenta-se uma breve definição destas três categorias de análise.

A plataforma logística constitui-se em uma estrutura física que procura buscar a efetividade produtiva mediante a redução de custos, do aumentar a produtividade e da qualidade em produtos e serviços. A plataforma logística necessita ainda de uma estrutura de informação e transporte, responsável pela conexão de todos os agentes logísticos regionais que compõem este sistema cooperativo, bem como uma modernização tributária de modo que

os produtos e serviços circulem sem dupla tributação ou excesso de taxas e impostos cobrados entre origem e destino (Duarte, 2009). Estas estruturas são de três tipos: o sítio logístico – que corresponde a um lugar fisicamente bem-delimitado, sobre o qual intervenha um único operador; a zona logística – que corresponde a um espaço bem-delimitado, com diversos operadores e com facilidades de ramificações multimodais, além de agrupar vários sítios logísticos (Duarte; Rodrigues, 1998); e o polo logístico – que consiste num espaço levemente delimitado, geralmente muito amplo, que exhibe uma concentração de atividades logísticas e agrupa vários sítios e zonas logísticas (Colin, 1996).

A rede de cooperação caracteriza-se como um grupo de produtores que colabora entre si e que visa a atingir objetivos comuns por meio de relações horizontais, constituindo-se ou não em uma nova entidade representativa do grupo (Alves et al., 2010). As relações horizontais são formadas por empresas concorrentes que objetivam o alcance mútuo de benefícios (Podolny; Page, 1998). As relações verticais se caracterizam por conexões que ocorrem entre parceiros de diferentes segmentos. Esta rede de cooperação é vista como uma estratégia que visa à aglutinação e ao desenvolvimento de capacitações e competências complementares, permitindo maiores oportunidades de aprendizado conjunto de maneira a reforçar mutuamente a competitividade dos integrantes desta rede (Grassi, 2007).

A aliança estratégica é caracterizada pela reunião de parceiros que combina esforços em direção ao alcance de seus objetivos. Estas alianças envolvem propósitos como: a possibilidade de ocupar uma posição dominante no mercado e o fortalecimento de estruturas de distribuição para reforçar o domínio de mercados (Ribault; Martinet; Lebidois, 1995). Os tipos de alianças estratégicas são: as multiorganizacionais de serviços – normalmente empresas de um mesmo setor industrial; as *joint ventures* – comumente utilizadas em atividades de pesquisa e desenvolvimento entre empresas; de parceria – envolvendo fornecedores, consumidores e funcionários (Olave; Amato Neto, 2001).

Em suma, a plataforma logístico-cooperativa alia os ambientes de plataforma-logística, rede de cooperação e aliança estratégica pelo envolvimento de parceiros organizados em uma estrutura física delimitada e inseridos em um ambiente de cooperação. Estes parceiros têm a intenção de alcançar maiores capacidades competitivas por meio da redução de custos e da ampliação de produtividade. Estas estruturas possibilitam uma integração favorável: na obtenção de soluções para organizações produtivas já constituídas; no tratamento para arranjos produtivos locais (de empresas com produtos similares na mesma região); nas parcerias de investimento entre o setor produtivo e o de infraestrutura de transporte ou também nas parcerias de produção de empresas diferentes (Rosa, 2004). As cadeias produtivas de fontes de geração de energia elétrica também compreendem ambientes compostos por estruturas produtivas propícias à redução de custos e ao aumento da produtividade e que necessitam alcançar maior capacidade competitiva para contribuir estrategicamente ao processo de diversificação da matriz elétrica brasileira.

### ***As Fontes de Geração de Energia Elétrica***

A preocupação com o posicionamento das matrizes elétricas representa uma contribuição à garantia de um crescimento contínuo e sustentado a partir de diretrizes estratégicas que promovam o uso de fontes alternativas de eletricidade de maneira sustentável. A seguir, apresenta-se uma breve descrição de três importantes fontes de geração de eletricidade: a hídrica, principal fonte utilizada no Brasil, e as fontes solar e eólica, que compreendem energias alternativas que poderiam atuar mais notadamente como estratégia complementar de diversificação da matriz elétrica; logo após serão desenvolvidas as considerações a respeito do desenvolvimento sustentável.

A geração de energia elétrica a partir de fonte hídrica se caracteriza como uma energia renovável. Como bem-observa Walisiewicz (2008), as usinas hidrelétricas baseiam-se em fundamentos simples. As turbinas retiram

energia da água corrente dos rios de modo a utilizá-la para acionar geradores elétricos (sistema que transforma energia mecânica em eletricidade por intermédio da força cinética, que é devido à velocidade do fluxo da água e da força potencial, que se refere à queda d' água). A barragem exerce um controle sobre a quantidade de água que flui por meio das turbinas, de modo que a produtividade da usina é regulada de acordo com a demanda. Segundo Walisiewicz (2008), as preocupações com a viabilidade econômica das grandes hidrelétricas e com os significativos impactos ambientais oriundos da construção de barragens e reservatórios, reduziram o ritmo mundial de crescimento deste tipo de geração a uma modesta taxa de 1,5% ao ano.

O fechamento de um rio por uma barragem provoca uma alteração estrutural, quando as águas passam de um sistema corrente para um sistema de água parada. Com o reservatório instalado, várias toneladas de matéria orgânica entram em decomposição no fundo da represa de modo a liberar gás carbônico e metano (Fearnside, 2004). O autor observa, ainda, que águas lânticas favorecem o aparecimento de plantas aquáticas. Assim, constata-se a emissão de dióxido de carbono pela decomposição de matéria orgânica acima da água. O metano, por sua vez, é produzido quando a decomposição ocorre no fundo do reservatório, com matéria verde e macia, como plantas aquáticas.

Já a utilização da energia solar para a geração de eletricidade pode ocorrer de duas maneiras: indiretamente, gerada pelo uso do calor que alimenta uma central termelétrica; e diretamente, gerada pela utilização de painéis fotovoltaicos. A geração fotovoltaica é mais aplicada, sobretudo para a alimentação de pequenos sistemas isolados, de projetos-piloto e de eletrificação de equipamentos solitários (Reis; Fadigas; Carvalho, 2005). Esta forma de geração de eletricidade consiste no uso da energia térmica e luminosa captada por painéis solares, constituídos por células fotelétricas ou fotovoltaicas. O efeito fotovoltaico gera uma diferença de potencial elétrico por meio de radiação, isto é, a célula solar trabalha a partir do princípio de que os fótons (partícula de radiação eletromagnética) incidentes, colidindo com os átomos de certos materiais, ocasionam um deslocamento dos elétrons,

carregados negativamente, o que gera uma corrente elétrica (Borges; Zouain, 2010). De acordo com Walisiewicz (2008), além do Estado americano da Califórnia, a Espanha e a Itália também se destacam na utilização desta fonte de geração de eletricidade.

O uso da fonte solar na geração de eletricidade é considerada limpa, renovável e inesgotável. Bermann (2003) já destacava, no início dos anos 2000, que a conversão fotovoltaica surge como alternativa de suprimento, de modo a promover: a geração de empregos locais, a manutenção da receita da produção e da comercialização da energia na própria região e um processo de desenvolvimento sustentável. O potencial de geração de empregos a partir da energia solar pode ser demonstrado pela composição dos segmentos da cadeia produtiva, como o beneficiamento do quartzo (mineral não metálico do qual se extrai o silício, insumo dos painéis fotovoltaicos) e a produção de painéis fotovoltaicos (Borges; Zouain, 2010). A cada 32 painéis fotovoltaicos, 1 emprego direto em média é gerado.

A energia eólica como fonte de geração de eletricidade, por sua vez, é a energia oriunda de uma tecnologia que utiliza a força dos ventos que, por sua vez, opera turbinas ligadas a redes de eletricidade. Este tipo de fonte de energia tende a crescer notadamente em países desenvolvidos, na medida em que é de natureza renovável, possui baixo custo de externalidades, não queima combustíveis fósseis e não emite gases poluentes que ocasionam o efeito estufa. De acordo com Walisiewicz (2008), além da Alemanha, a Dinamarca também se utiliza destes benefícios, desde que 13% de sua eletricidade possuem geração a partir de fonte eólica.

A cadeia de produção eólica pode contribuir substancialmente para a geração de empregos. De acordo com o *Deutsch Wind Energy Association* (2009), na Alemanha, os  $\square$ 6,5 bilhões faturados em 2008 são um indicativo de que esta indústria tende a igualar ou até superar o setor automotivo alemão em cerca de uma década. Os reflexos na geração de empregos também já começaram por meio de uma abertura prevista de 10.000 novas vagas por ano na próxima década, apenas a partir da indústria eólica. A geração deste tipo de

fonte no país evitou em 2008 a emissão de aproximadamente 27 milhões de toneladas de gás carbônico. O país possui atualmente mais de 19.000 turbinas eólicas. No campo tecnológico, os avanços também acontecem. Os custos de geração de energia eólica são decrescentes no país (Deutsch..., 2009). Deve ser observada, entretanto, a velocidade dos ventos em cada região do país para que se utilize esta potencialidade com eficácia e planejamento.

O uso destas fontes de energia deve considerar aspectos comprometidos com o desenvolvimento sustentável. O Relatório de *Brundtland* é quem define o desenvolvimento sustentável com mais detalhamento. De acordo com o Relatório, de 1987, o termo é um processo de mudança no qual a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e elevam o potencial corrente e futuro para reunir necessidades e aspirações humanas (World..., 1991). O documento apresenta uma relevante definição de crescimento, bastante discutida na pauta política internacional no que se refere às questões pertinentes à distribuição global de uso de recursos e à qualidade ambiental (Bruyn; Drunden, 1999). Conforme Stahel (1995) e Aragón (1997), o Relatório refere-se, pelo menos implicitamente, ao processo dentro de padrões do sistema capitalista, ou seja, dentro de um ambiente institucional de uma economia de mercado. Neste sentido é que essa definição possui dificuldades de separar-se da ideia de que a premissa fundamental do desenvolvimento sustentável seria o crescimento econômico. O fato dos interesses econômicos não se subjugarem aos princípios éticos que acolhem valores socioambientais, compromete a essência da ideia terminológica do que seria o desenvolvimento sustentável (Borges, 2012). Este aspecto pode, inclusive, explicar a dificuldade de direcionar investimentos governamentais para fontes alternativas de geração de eletricidade como a solar, por exemplo, diante de pressões de lobistas que defendem grandes grupos de empreiteiras interessadas na construção de novas barragens de maneira a perpetuar a geração hídrica.

## Análise e Interpretação de Resultados

A realização de uma análise da dinâmica de gestão apresentada pela plataforma logístico-cooperativa como contribuinte ao processo de planejamento da matriz elétrica, começa neste estudo pelo cruzamento entre as listagens dos principais insumos ofertados pelos fornecedores das cadeias produtivas de geração de eletricidade estudadas, assim como entre as listagens dos principais componentes industrializados pelos produtores destas cadeias. Este cruzamento por meio das cadeias produtivas favorece a identificação de insumos comuns e de componentes fabricados por plantas industriais parcialmente semelhantes (Tabela 1).

Tabela 1 – Principais insumos e componentes industriais utilizados pelos segmentos de fornecimento e de produção, por cadeia produtiva de geração de eletricidade

Cadeias produtivas	Insumos/Fornecedores	Componentes/Produtores
Hídrica	Aço Concreto Ferro Madeira Borracha Cimento Areia Pedra	Turbinas hidráulicas Pórticos Guindastes Elevadores de carga Equipamentos elétricos Estruturas metálicas Pontes rodantes Gerador mecânico Transformador
Solar	Cristais de silício Telureto de cádmio Arsenieto de gálio Aço Alumínio Plásticos Borracha Ferro Cobre	Células fotovoltaicas Capa de vidro Condutores metálicos Inversor de corrente Bateria Gerador luminoso Estruturas metálicas

<p>Eólica</p>	<p>Aço Alumínio Fibra de vidro Fibra de carbono Plástico Borracha Ferro Cobre</p>	<p>Torre e estruturas metálicas Rotor e pás Nacele (freios, embreagem e controle eletrônico) Caixa de multiplicação (transmissão) Gerador mecânico Equipamentos elétricos Anemômetro Bíruta (sensor de direção) Bateria</p>
---------------	---	---

Fonte: Elaborada pelos autores.

Verifica-se a existência de insumos que são utilizados em duas cadeias produtivas de geração de eletricidade, como é o caso do alumínio, e até por três cadeias analisadas, como é o caso do aço. No tocante aos componentes produzidos por estas cadeias produtivas, observam-se semelhanças representadas por estruturas metálicas, baterias, equipamentos elétricos e geradores. Destaca-se, todavia, que as particularidades e mecanismos destes componentes exigem aspectos estruturais e tecnológicos específicos, o que demanda a realização de estudos para o desenvolvimento de linhas de produção integradas, ou parcialmente integradas, capazes de criar condições operacionais para a utilização dos benefícios da plataforma logístico-cooperativa em favor da promoção de uma diversificação da matriz elétrica brasileira.

Observada a relação dos principais insumos e componentes empregados pelos segmentos de fornecimento e produção em cada fonte de geração de eletricidade, utiliza-se, a seguir, uma ferramenta estratégica ao fortalecimento da análise da possibilidade de uso da plataforma logístico-cooperativa em direção à diversificação da matriz elétrica, a Matriz de Kraljic. A Matriz de Kraljic proporciona um mapeamento de alguns dos principais insumos e componentes industriais por intermédio de uma classificação em quadrantes que proporcionam uma observação mais criteriosa.

A aplicação da Matriz de Kraljic possibilita aos segmentos de fornecimento de insumos e de produção de componentes industriais, no ambiente de cadeias produtivas de geração de eletricidade, o levantamento de subsídios ao desenvolvimento de políticas de relacionamento dotadas de estratégias particulares fomentadas a partir do conhecimento do perfil mercadológico destes insumos e componentes.

Os quadrantes que compõem a Matriz de Kraljic são classificados em: produtos de incentivo, produtos estratégicos, produtos de rotina e produtos de gargalo. A análise dos produtos pelos quadrantes indicam aspectos relevantes quanto aos meandros do ambiente de negociação em cadeia. A Matriz de Kraljic aponta: canais de negociação que revelam alto grau de dificuldade em virtude das estruturas de mercado existentes; o número de negociantes de determinados insumos ou produtos, que auxilia a estratégia a ser instituída por meio das conexões entre os segmentos das cadeias produtivas de geração de eletricidade; a dinâmica de preços verificada nos segmentos de insumos e componentes, que alerta para elementos relevantes no estabelecimento de parcerias de integração no ambiente energético.

De acordo com Caniëls e Gelderman (2005), os itens que compõem o quadrante “produtos de incentivo” permitem que segmentos exerçam seu poder de barganha na compra; os itens que formam o quadrante “produtos estratégicos” caracterizam-se como críticos para o sucesso do segmento comprador e as partes tem interesse em manter uma boa negociação; os itens que compõem o quadrante “produtos de rotina” possuem fornecedores numerosos com abundância de oferta e variedade; e os itens que constam no quadrante “produtos de gargalo” detêm fornecedores que dispõem de produtos com baixo valor financeiro, alto risco de compra e administração complexa (Quadro 1).

Quadro 1– Matriz de Kraljic aplicada aos principais insumos e componentes das cadeias produtivas de geração de eletricidade

Impactos sobre o resultado financeiro	Alto	<p><b>PRODUTOS DE INCENTIVO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plásticos (ABS/SAN, EVA e PC)</li> <li>• Borrachas (EPM, CR, VMQ e PU)</li> </ul>	<p><b>PRODUTOS ESTRATÉGICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aço</li> <li>• Concreto</li> <li>• Alumínio</li> <li>• Equipamentos elétricos</li> <li>• Ferro</li> </ul>
	Baixo	<p><b>PRODUTOS DE ROTINA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baterias</li> <li>• Estruturas metálicas</li> <li>• Sensor de direção</li> </ul>	<p><b>PRODUTOS DE GARGALO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Areia</li> <li>• Cristais de silício</li> <li>• Telureto de cádmio</li> <li>• Arsenieto de gálio</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em seguida, apresentam-se breves considerações a respeito de cada um dos quadrantes da Matriz de Kraljic aplicada aos segmentos de fornecimento e produção de componentes industriais das cadeias produtivas de geração de eletricidade abordadas neste estudo.

Os produtos de incentivo expõem uma boa condição de pagamento, posto que são comercializados em grandes quantidades. Assim, estes produtos não precisam necessariamente ser obtidos com parcerias em longo prazo. Os plásticos (baixo risco de oferta e possuem possibilidade de dispor de substitutos) e borrachas (pequeno risco de oferta e variação de fornecedores) compreendem produtos de incentivo identificados nas cadeias produtivas estudadas.

Os produtos estratégicos formam um ambiente onde se recomenda a realização de parcerias de longo prazo. A seguir, citam-se alguns destes produtos: aço (possui um reduzido número de fornecedores, que estabelecem os preços e possíveis aumentos sem aviso antecipado, o que representa um

segmento de difícil negociação); concreto (o segmento fornecedor de concreto encontra-se associado a organizações produtoras de cimento, matéria-prima do concreto, logo são estas organizações que definem os preços de mercado); alumínio (os fornecedores de alumínio, detentores de um produto de boa qualidade, compreendem um oligopólio, no qual poucas grandes empresas estabelecem os preços no mercado; logo, a margem de negociação é mínima); equipamentos elétricos (os fornecedores que possuem domínio de grande parcela de mercado e estabelecem preços são poucos, o que favorece a margem de negociação em curto prazo); ferro (os fornecedores deste insumo enfrentam um mercado que apresenta uma constante volatilidade na medida em que a demanda por minério de ferro, e, portanto, seu preço, está diretamente vinculado ao setor siderúrgico internacional). Assim, o ambiente de mercado destes produtos dificulta parcerias em longo prazo.

Os produtos de rotina possuem um grande número de fornecedores, o que equivale à obtenção de várias opções de negociação. As parcerias não são absolutamente necessárias. Baterias, estruturas metálicas e sensores de direção compreendem produtos de rotina identificados nas cadeias produtivas (são fornecidos pelos fabricantes a partir de condições especiais de negociação e manutenção de preços em curto e médio prazo).

Os produtos de gargalo não são de fácil negociação e os fornecedores não têm como estratégia manter parcerias. A seguir, citam-se produtos de gargalo identificados nas cadeias produtivas de geração de eletricidade observadas nesta investigação: arcaia (possui poucos fornecedores na medida em que a maior parte não consegue manter a qualidade necessária); cristais de silício e telureto de cádmio (o risco de oferta é alto, pois os fabricantes são poucos e estabelecem preços).

A aplicação da Matriz de Kraljic facilita o entendimento dos desafios do processo de integração entre os negociantes de insumos e componentes das cadeias produtivas observadas. A plataforma logístico-cooperativa, porém, somente poderá ser estabelecida e operada mediante acordos formais de cooperação logística, com alinhamento de objetivos comuns e pautados em

relações horizontais integradas, o que fomentaria uma condição semelhante às considerações conceituais de Alves et al. (2010) no tocante à importância potencial da constituição de uma representação de grupo na forma de redes de cooperação.

O processo de construção da plataforma logístico-cooperativa no ambiente das cadeias produtivas de fontes de geração de eletricidade, poderia se dar por meio de um planejamento estratégico envolvendo o governo federal e a iniciativa privada, que programe o estabelecimento de: uma estratégia de produção compartilhada a partir do desenvolvimento de plataformas industriais em conjunto; de polos industriais capazes de apresentar soluções integradas, o que fortaleceria as conexões das cadeias produtivas envolvidas; e de um centro unificado de fornecedores de insumos para a produção de componentes industriais utilizados pelas cadeias produtivas de fontes de geração de eletricidade.

As estratégias compartilhadas e o centro unificado de fornecedores de insumos para a produção de componentes no ambiente de geração de eletricidade fomentaria a possibilidade de compartilhamento de soluções, aproximação de interesses e a introdução de vantagens para as partes envolvidas, essência conceitual da plataforma logístico-cooperativa observada pelas considerações de Rosa (2004) e Duarte (2009). Neste contexto, a diversificação sustentável da matriz elétrica brasileira seria promovida pelo ambiente de cooperação logística, dotado de possibilidades estratégicas de viabilização e operação competitiva das cadeias produtivas de geração de eletricidade no Brasil.

Assim, observadas as listagens dos principais insumos e componentes industriais utilizados pelos segmentos de fornecimento e produção das cadeias produtivas em cada fonte de geração de eletricidade, como também a aplicação da Matriz de Kraljic nestes segmentos, por intermédio destes mesmos insumos e componentes, verificou-se a possibilidade concreta de utilização da dinâmica de gestão da plataforma logístico-cooperativa em favor do aperfeiçoamento do processo de diversificação da matriz elétrica.

Os desafios presentes no ambiente de integração em uma plataforma logístico-cooperativa na geração de eletricidade, todavia, deverão ser continuamente avaliados e trabalhados. Dentre estes desafios, citam-se: o estabelecimento das responsabilidades dos envolvidos; as diferenças nas relações de poder; a ausência de algumas simetrias nas linhas de produção; e o equilíbrio de vantagens entre parceiros nas negociações. Esta investigação, entretanto, chama atenção para dois desafios-chave para o estabelecimento da plataforma logístico-cooperativa: a complexidade tecnológica e o papel das políticas públicas.

A complexidade tecnológica se dá em dois aspectos: pelo aumento da complexidade do processo produtivo em termos de número de insumos requeridos (o que acarreta um crescimento na utilização de recursos externos) e pelo aumento do conjunto de conhecimentos e competências que precisam ser integradas de modo a viabilizar a produção e a continuidade de inovações (Joly; Mangematin, 1995).

O papel das políticas públicas tem sua importância identificada na medida em que as decisões de posicionamento logístico e desenho de redes cooperativas são centrais na construção de políticas públicas, pois materializam as opções básicas para a estruturação estratégica da produção e distribuição de um bem ou serviço ofertado no âmbito da política pública (Vaz; Lotta, 2011). O apoio do governo federal neste processo se realiza na medida em que cria condições de facilitação destas zonas de cooperação por meio de mecanismos tributários e institui políticas energéticas comprometidas de fato com a diversificação da matriz elétrica nacional. Os investimentos em programas de fontes alternativas de geração de energia elétrica precisam ser ampliados e associados à iniciativa privada. Os efeitos socioeconômicos em cadeia, capazes de gerar novos empreendimentos e postos de trabalho, devem ser considerados e valorizados.

## Considerações Finais

A capacidade de as sociedades alcançarem qualidade de vida está intimamente associada às condições de disponibilidade de eletricidade em quantidade, qualidade e custos competitivos, e estas condições indicam a necessidade de reposicionamento das matrizes elétricas. Esta investigação questionou se a dinâmica de gestão observada no conceito de plataforma logístico-cooperativa poderia ser utilizada como estratégia que viesse a favorecer a diversificação da matriz elétrica nacional. Partiu-se do pressuposto de que o setor elétrico brasileiro não pode prescindir de desenvolver um processo de diversificação na disposição das fontes de eletricidade.

O estudo observou os principais insumos e componentes industriais utilizados pelos segmentos de fornecimento e produção das cadeias produtivas das fontes de geração de eletricidade com base hídrica, eólica e solar, como também realizou a aplicação da Matriz de Kraljic nestes insumos e componentes. O que se verificou foi a possibilidade concreta de estabelecimento da plataforma logístico-cooperativa como contribuinte ao planejamento da matriz elétrica brasileira.

No ambiente das cadeias produtivas de fontes de geração de eletricidade, o aperfeiçoamento da integração entre parceiros dos setores de fornecimento e de produção poderia contribuir para a operacionalização da plataforma logístico-cooperativa por meio da instalação de alguns pontos como: o desenvolvimento de plataformas industriais em conjunto, a criação de polos industriais e a construção de um centro unificado de fornecedores de insumos para a produção de componentes industriais.

Em suma, a dinâmica da plataforma logístico-cooperativa no Brasil, por intermédio das cadeias produtivas hídrica, eólica e solar, seria decisiva no fortalecimento da criação de condições amplas e concretas de inserção mais severa das fontes eólica e solar para a geração de eletricidade como fontes complementares à fonte hídrica, a partir de condições econômicas e tecnológicas viáveis à realidade brasileira.

É importante ressaltar, porém, que esta investigação compõe um esforço de aperfeiçoamento da insuficiente discussão a respeito da análise da efetivação da plataforma logístico-cooperativa no ambiente de geração de energia elétrica no Brasil. A complexidade tecnológica traz à temática um caráter extremamente desafiador. O aumento da complexidade do processo produtivo em termos de número de insumos requeridos e o aumento do conjunto de conhecimentos e competências que precisam ser integrados de modo a viabilizar a produção (Joly; Mangematin, 1995), expõem uma necessidade permanente de estudos direcionados ao aperfeiçoamento da integração tecnológica entre as cadeias produtivas de geração de eletricidade.

Nesta perspectiva, novos estudos devem ser desenvolvidos em direção ao desenvolvimento das linhas industriais de componentes de geração de eletricidade na tentativa de construção de plantas industriais que unifiquem, cada vez mais, aspectos do processo produtivo entre as cadeias de geração de eletricidade, de modo a fomentar o compartilhamento de custos e soluções.

## Referências

ALVES, J. N. et al. Redes de cooperação de pequenas e médias empresas: os fatores competitivos aplicados em uma rede de imobiliárias. *Revista Gestão e Regionalidade*, São Caetano do Sul: USCS, v. 26, n. 78, 2010.

ARAGÓN, L. E. Desenvolvimento sustentável e cooperação internacional. In: XIMENES, Tereza (Org.). *Perspectivas do desenvolvimento sustentável*. Belém: Naca; Ufpa, 1997. p. 577-604.

BERMANN, C. *Energia no Brasil: Para quê? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável*. São Paulo: Livraria da Física, 2003.

BRUYN, S.; DRUNDEN, M. *Sustainability and indicators in Amazon: conceptual framework for use in Amazon*. Amsterdam: Vrije, 1999.

BORGES, F. Q. Administração pública do setor elétrico: indicadores de sustentabilidade no ambiente residencial do Estado do Pará (2001-10). *Revista de Administração Pública*, vol. 46, n. 3, jun. 2012.

\_\_\_\_\_; ZOUAIN, D. M. A matriz elétrica e seu posicionamento sustentável no Estado do Pará. *Revista de Planejamento e Políticas Públicas*, Ipea, n. 35, 2010.

CANIËLS, M. C. J.; GELDERMAN, C. J. Power and interdependence in buyer supplier relationships: A purchasing portfolio approach. *Industrial Marketing Management*, v. 36, p. 219-229, 2005.

CASTRO, N. J. de; BRANDÃO, R.; DANTAS, G. de A. *Importância e perspectivas da bioeletricidade sucoenergética na matriz elétrica brasileira*. [s.l.]: [s.n.], 2009.

CENTRO Brasileiro de Infraestrutura. *Destques*. Disponível em: <www.cbic.com.br>. Acesso em: 20 out. 2011.

COLIN, Jacques. *Les évolutions de la logistique en Europe: vers la polarisation des espaces*. I Seminário Internacional: Logística, Transportes e Desenvolvimento. Ceará: UFC; CT; DET, 1996. p. 52-92.

DEUTSCH Wind Energy Association. *Energy policy*. Disponível em: <http://www.wind-energie.de/en/>. Acesso em: 14 jan. 2009.

DUARTE, Patrícia Costa; RODRIGUES, Carlos T. Plataforma logística: um modelo para os portos brasileiros. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA, 1998, Rio de Janeiro. *Anais eletrônicos...* Rio de Janeiro, 1998. 1 CD-ROM.

DUARTE, Patrícia Costa. *Modelo para o desenvolvimento de plataforma logística em um terminal: um estudo de caso na Estação Aduaneira do Interior – Itajaí/SC*. 1999. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1999.

\_\_\_\_\_. Mapa estratégico para apoiar a implantação de uma plataforma logística: análise dos benefícios no setor conserveiro gaúcho. *Revista Científica Internacional*, ano 2, n. 7, maio/jun. 2009.

FEARNSIDE, P. M. *A floresta amazônica e as mudanças globais*. Manaus: Inpa, 2004.

GRASSI, Robson A. Cooperação interfirmas: a necessidade da construção de um paradigma teórico. *Ensaio FEE*, Porto Alegre, v. 28, n. 1, p. 41-78, jul. 2007.

GUILHERME, K. C. J. *Parcerias entre construtoras e fornecedores de materiais e componentes*. 2007. Monografia. São Paulo: USP, 2007.

GOLDEMBERG, J.; MOREIRA, J. R. *Política energética no Brasil*. São Paulo: IEA; USP, 2005.

HAVE, S. T.; HAVE, W.T.; STEVENS, F. *Modelos de gestão: o que são e quando devem ser usados*. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

INTERNATIONAL Energy Agency – IEA. *Key world energy statistics* França: [s.n.], 2010.

INTERGOVERNMENTAL Panel on Climate Change. *Fourth assessment report*. Boston: WMO; Unep, 2007.

JOLY, P. B.; MANGEMATIN, V. Les acteurs sont-ils solubles dans les reseaux? *Economies et Sociétés, Série Dynamique technologique et organization*, n. 2, p. 17-50, set. 1995.

JUNG C. F. *Metodologia científica: ênfase em pesquisa tecnológica*. Santa Maria: Taquara, 2005. Livro Eletrônico em CD-ROM.

KLIPPEL, M.; ANTUNES JUNIOR, J. A.; VACARRO, G. L. R. Matriz de posicionamento estratégico de materiais: conceito, método e estudo de caso. *Revista Gestão da Produção*, São Carlos, v. 14, n. 1, jan./abr. 2007.

OLAVE, M. E. L.; AMATO NETO, J. Redes de cooperação produtiva: uma estratégia de competitividade e sobrevivência para pequenas e médias empresas. *Revista Gestão e Produção*, vol. 8, n. 3, 2001.

PODOLNY, Joel; PAGE, Karen. Networks forms of organization. *Annual Reviews Sociological*, v. 24, p. 57-76, august 1998.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. *Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável*. Barueri, SP: Manole, 2005. (Coleção Ambiental).

RIBAUT, M.; MARTINET, B.; LEBIDOIS, D. *A gestão das tecnologias*. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1995. (Coleção gestão e inovação).

ROSA, D. P. Plataforma logístico-cooperativa: integração horizontal das cadeias de abastecimento. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE, 18., Florianópolis, SC, 2004.

STAHEL, A. W. *Capitalismo e entropia: os aspectos ideológicos de uma contradição e a busca de alternativas sustentáveis*. São Paulo: Cortez, 1995.

VAZ, J. C.; LOTTA, G. S. A contribuição da logística integrada às decisões de gestão das políticas públicas no Brasil. *Revista de Administração Pública*, v. 45, n. 1, fev. 2011.

WALISIEWICZ, M. *Energia alternativa: solar, eólica, hidrelétrica e de biocombustíveis*. São Paulo: Publifolha, 2008.

WEGNER, D. et al. Fatores críticos para a formação de clusters e redes de empresas: um estudo exploratório. SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO – SEMEAD, 7., 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP, 2004.

WORLD Commission on Environment Development. WCED. *Uma visão geral*. Oxford: Universidade de Oxford, 1991.

Recebido em: 12/8/2013

Aceito em: 27/9/2013