

GANHOS DE EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS COM O MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA

BRAZILIAN INDUSTRIAL COMPANIES GAINS WITH THE ELECTRICITY FREE MARKET

Marta Eliza Bubicz¹; Giancarlo Medeiros Pereira²; Miriam Borchardt³; Miguel Afonso Sellitto⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – São Leopoldo/RS – Brasil
marthabubicz@terra.com.br

²Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – São Leopoldo/RS – Brasil
gian@unisinossinos.br

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – São Leopoldo/RS – Brasil
miriamb@unisinossinos.br

⁴Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS – São Leopoldo/RS – Brasil
sellitto@unisinossinos.br

Resumo

O objetivo deste artigo foi apontar possibilidades de ganhos financeiros e não-financeiros que empresas brasileiras possam auferir se migrarem para o mercado livre de energia elétrica (ACL). O método de pesquisa foi o estudo de caso múltiplo. Foram estudadas seis empresas que migraram e duas que não migraram para o mercado livre. O mercado livre de energia elétrica oferece a possibilidade de trocar energia gerada por combustível fóssil por energia verde, com expressiva redução de tarifa. O principal benefício que as empresas observam é a expressiva redução na tarifa de energia que a migração oferece. No entanto, outros benefícios também foram observados: possibilidade de aumento na produção, pelo aumento de horas disponíveis, antes bloqueadas pelo horário de ponta; possibilidade de desativar geradores, de manutenção custosa; possibilidade de turnos ininterruptos de trabalho, antes interrompidos pelo horário de ponta; satisfação de funcionários com a redução de horas-extras e antecipação do fim da jornada diária; e uso de energia de qualidade superior à gerada por grupos motor-gerador a diesel. Ganhos ambientais com a substituição de combustível fóssil por energia verde não foram reconhecidos pelas empresas estudadas.

Palavras-chave: energia renovável, eco-eficiência, energia verde.

Abstract

The aim of this article was pointing out possibilities of financial and non-financial gains that Brazilian companies can obtain by migration to the free market of electricity (ACL). The research method was the multiple case study. Six companies who migrated and two that don't have migrated to the free market were studied. The free electricity market offers the possibility of exchanging energy generated by fossil fuel by green energy, with a significant cost reduction. The primary benefit that companies observe is the expressive cost reduction that migration offers. However, other benefits have also been observed: possibility of increase production, due to the increase of hours available; possibility to disable generators, with costly maintenance; possibility of round-the-clock shifts, without stopping the work in the peak-energy time; employee satisfaction with the reduction of overtime and anticipation of the end of the daily journey; and use of energy of superior quality than that generated by diesel generator groups. Environmental gains by replacing fossil fuel by green energy were not recognized by the studied companies.

Key-words: renewable energy, eco-efficiency, green energy.

1. Introdução

Os setores de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica estão diretamente relacionados à sustentabilidade e ecoeficiência na atividade empresarial própria e de seus clientes (SILVA et al., 2011). A racionalização no uso de energia elétrica é importante elemento em políticas de redução de emissões de carbono, dado que importante parcela de eletricidade é gerada por queima de combustíveis fósseis (KRETZERS, 2012; ABEJON et al., 2012). Atualmente, combustíveis fósseis respondem por mais de 80% da geração de energia no mundo (CRABTREE e SARRAO, 2011; LONG e FANG, 2012). Parikh e Ghosh (2009) apontaram que, na época da pesquisa, a indústria consome 46% da energia elétrica mundial, seguida pelo setor residencial, com 24% e comercial, com 16%. Portanto, metas de aumento da eco-eficiência em processos industriais podem ser importantes para preservação ambiental (BORCHARDT et al., 2008).

Estudos e políticas para aumentar a eficiência energética têm se tornado necessários para garantir o abastecimento e, ao mesmo tempo, diminuir externalidades associadas à produção de energia (STANKEVICIUTE E CRIQUI, 2008). Por outro lado, Parikh e Ghosh (2009) consideram a energia elétrica como fundamental para o crescimento econômico, pois dela depende a atividade industrial. Políticas públicas de energia, portanto, são importantes para a busca do equilíbrio entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental (EVERETT et al., 2012). No Brasil, após a reestruturação do setor elétrico ocorrida nos anos 2000, surgiram as figuras do mercado livre e do produtor independente, o que tem favorecido o uso de fontes renováveis de energia e contribuindo tanto para o desenvolvimento econômico como para a preservação ambiental (LAMAS, 2010).

Mudanças nas relações com a indústria têm sido provocadas por marcos regulatórios impostos por governos (GARETH, 2011). Regras impostas por governos podem mudar políticas industriais das empresas, e que estas mudanças podem ser benéficas, pois podem induzir aumento de desempenho operacional (SHAW et al., 2010; ZHAO et al., 2011). Lise e Kruseman (2008) examinaram os efeitos de longo prazo de decisões governamentais no mercado de eletricidade.

O uso de recursos não-renováveis para geração de energia, além da alta emissão de gases do efeito estufa, pode provocar o esgotamento destes recursos e colocar em risco o desenvolvimento das nações (LONG e FANG, 2012). Ademais, o uso indiscriminado de eletricidade pode gerar emissão de carbono, colocando em risco a preservação ambiental do planeta (KAYGUZUS, 2010). Algumas fontes renováveis, tais como bacias hídricas, ventos e marés, não se encontram próximas aos centros de maior consumo, o que exige investimentos em transmissão e distribuição que também geram impactos ambientais e altos custos (KAYGUSUZ, 2010).

Allsopp e Fattouh (2011) apontam a preservação ambiental como motivação para a busca de energias alternativas e racionalização no consumo. Fontes alternativas, tais como solar e eólica, vêm crescendo em ritmo superior a 20% ao ano. Porém, talvez seja necessário não apenas investimento em novas fontes de energia, mas também políticas de redução de consumo e aumento de eficiência no uso da energia (HABERL et al., 2010; HAUG, 2011).

Do ponto de vista econômico, Haug (2011) prevê cenários futuros em que os preços de recursos não-renováveis crescerão. Como algumas fontes de energia renováveis possuem custo mais baixo do que as fósseis, talvez seu uso aumente a competitividade industrial. Para Haug (2011), países desenvolvidos devem investir no desenvolvimento de novas tecnologias para energias sustentáveis e incentivar o investimento e a transferência de tecnologia. Rogers (2011) identifica uma terceira revolução industrial com base na geração de energia renovável. Neste cenário, a geração e o uso serão quase unificados, aproximando-se da geração individual, por parte do próprio consumidor, tal como já ocorre com painéis solares, pequenas centrais hidrelétricas (PCH) ou geradores movidos por queima de biomassa. Por fim, Mundaca (2008) aponta que o aumento da eficiência energética deve ser uma das principais motivadores de pesquisa futura.

O uso de energia elétrica em veículos também deve ser considerada no cenário mundial. A necessidade de redução de emissões de carbono tem levado a indústria automotiva a adotar alternativas baseadas em energia elétrica (THACKERAY et al., 2012). A indústria automotiva tem estudado veículos elétricos com baterias de alta capacidade, de autonomia ainda baixa, veículos híbridos, combinando eletricidade e combustíveis fósseis, e veículos plugáveis, cujas baterias podem ser recarregadas rapidamente nos domicílios ou em postos de serviço (EMADI et al., 2008). Todas estas alternativas, principalmente a última, no longo prazo, aumentarão a demanda por

energia elétrica (CLEMENT-NYNS et al., 2010).

Várias nações têm estimulado o uso de fontes alternativas por meio da liberação dos meios de contratação (AKKEMIK e OGUZ, 2011; AL-BADI et al., 2011. PATLITZIANAS et al., 2006; BAHÇE e TAYMAZ, 2008). No Brasil, há incentivos fiscais para a contratação de energia gerada por fontes renováveis que variam segundo os tipos de contratos e de aplicação da energia (NASCIMENTO et al., 2012). Dois modelos de contratação são possíveis: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

O objetivo deste artigo foi apontar possibilidades de ganhos financeiros e não-financeiros que empresas brasileiras possam auferir se migrarem para o mercado livre de energia elétrica (ACL). O método de pesquisa foi o estudo de caso múltiplo. Foram estudadas seis empresas que migraram e duas que não migraram para o mercado livre. Foram estudados os contextos de livre contratação e os ganhos financeiros e não-financeiros auferidos pelas empresas. O restante do artigo está organizado em: revisão sobre o mercado brasileiro de energia, referencial teórico para a pesquisa, estudos de caso múltiplos, resultados e discussão, e conclusões.

Esta pesquisa foi financiada pelo CNPq.

2. Estrutura do sistema de energia elétrica e mercado no Brasil

Na Europa, a maior parte da energia elétrica é proveniente de fontes não-renováveis. A Europa busca atualmente não só a troca da fonte, mas também a redução no consumo absoluto de energia. O objetivo destas ações é cumprir a meta de redução de carbono fixadas pela Comunidade Europeia (STANKEVICIUTE e CRIQUI, 2008). Lemming *et al* (2007) apontam que a geração de energia eólica cresce no mundo cerca de 25% anuais. Traber e Kempfert (2011) estimam que a energia eólica participe em até 25% do consumo mundial até 2050. Os custos de operação e manutenção da estrutura de geração e distribuição de energia elétrica também são influenciados pelo tipo de geração. A energia eólica é a que tem o menor custo de operação e manutenção, com os menores índices de emissões, porém sua capacidade de geração é baixa (NIELSEN *et al*, 2011).

Quanto ao Brasil, as grandes extensões continentais e grandes bacias hidrográficas favorecem o uso de energia hidrelétrica. As usinas hidrelétricas representam 74% do total gerado, com 167 unidades ativas. As usinas termelétricas representam 24,04%, com 1.327 unidades. Energias eólica, biogás e outras fontes representam um percentual ainda baixo no total gerado. Energias renováveis são incentivadas por benefícios repassados aos consumidores que optam pela contratação, diminuindo seus custos e gerando benefícios ambientais (ANEEL, 2012).

A política brasileira de energia elétrica foi reestruturada pelo governo federal a partir de

2004, fruto da crise do setor ocorrida em 2000/2001, com a criação de setores de planejamento, regulação, pesquisa e desenvolvimento. Desde então, o sistema brasileiro de energia elétrica está organizado nas seguintes instituições (CCEE, 2011):

- CNPE – Conselho Nacional de Política Energética – Assessoria da Presidência da República, estabelece as diretrizes do programa de energia nacional;
- MME – Ministério de Minas e Energia – Planeja e implementa as políticas estabelecidas pelo CNPE, monitora e assegura o suprimento com ações efetivas;
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética – Desenvolve estudos e pesquisas para subsidiar o desenvolvimento dos programas de energia elétrica;
- CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico – órgão de acompanhamento e avaliação para garantir o abastecimento;
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica – Regula e fiscaliza atividades energia. No novo modelo, a partir de 2004 promove licitações de leilão de energia;
- CCEE – Câmara de Comercialização de Energia – Apura Preço e Liquidação das Diferenças, avalia comercializações e realiza leilões de compra e venda de energia; e
- ONS – Operador do Sistema Elétrico – Opera, supervisiona e controla a geração de energia elétrica no país.

Devido ao comportamento característico das cargas elétricas ao longo do dia e a variação na disponibilidade de águas nas barragens das usinas ao longo do ano, foi concebida nos anos 1980 e consolidada nos anos seguintes a estrutura de tarifação horo-sazonal, composta por horários de ponta e fora de ponta e tarifas azul e verde. O horário de ponta corresponde a um intervalo de três horas consecutivas, definido pela concessionária, compreendido entre 17 e 22:00 horas, de segunda à sexta-feira. Neste horário, a tarifa de energia pode ser significativamente maior que no horário fora de ponta, dependendo do grupo tarifário, horo-sazonal azul ou horo-sazonal verde. Na tarifa azul, o preço da demanda de potência, em Megawatts (MW) é diferente para os períodos de ponta e fora de ponta. Na tarifa verde, o preço é o mesmo para a demanda de potência, porém é diferente para as tarifa azul e verde. A tarifação azul é compulsória para os consumidores atendidos em tensão igual ou superior a 69 kV (PROCEL, 2001).

Tal estrutura estimulou a realocação de cargas para os horários em que o sistema elétrico está menos carregado (22:00 às 17:00) e para os períodos do ano de maior disponibilidade de reservação (dezembro a abril). O consumidor industrial pode reduzir seus custos com energia, caso possa reduzir o uso no horário de ponta e no período seco. Existe ainda a opção de tarifação convencional, sem diferenciação de preços (PROCEL, 2001).

A partir da reestruturação da política de desenvolvimento energético, foram criados os dois modelos de contratação atuais: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) ou mercado cativo; e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), ou mercado livre. Segundo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE, 2011), os objetivos desta dupla forma de contratação são: (i) garantir a segurança do suprimento de energia elétrica; (ii) garantir tarifas módicas; e (iii) promover a inserção social de faixas da população até então excluídas por programas de universalização de atendimento. Com estas mudanças de cenário, houve a migração de empresas industriais para o Mercado Livre de Energia, motivados pela expectativa de redução significativa de custos. A origem desta energia deve ser exclusivamente de fontes renováveis, quer seja hidrelétrica, eólica ou biogás, o que já passa a ser um ganho em sustentabilidade ambiental.

O mercado cativo ainda é a forma mais usada de contratação de energia. Nesta forma, paga-se pelo consumo, segundo medição de energia, para uma concessionária que explora serviços de distribuição. O contrato de fornecimento tem demanda específica e tarifas diferenciadas por horários de ponta, fora de ponta, classes de tensão (A1 a 230 KV; A2 a 138 KV; A3 a 69 KV; e A4 a 13 KV) e grupo tarifário (Horo-sazonal azul ou verde).

No mercado livre, o consumidor pode escolher de quem comprar, que pode ser de uma comercializadora ou uma geradora. Somente consumidores de alta tensão com demanda contratada maior de 500KW podem aderir ao mercado livre. O contrato de fornecimento é feito diretamente com a geradora ou comercializadora e a distribuição é feita pelas concessionárias, para a qual o consumidor pagará a TUSD (Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição). Entre o consumidor e a concessionária será feito um Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) e um Contrato de Conexão e Distribuição (CCD). Por estes contratos, o consumidor define a demanda para os horários de ponta e fora de ponta. Para esta modalidade de contratação, a fonte poderá ser renovável incentivada ou convencional. Se renovável, pode incidir desconto na TUSD (ANEEL, 2011).

A migração para o mercado livre de energia pode trazer benefícios pela redução no custo de energia elétrica e também contribuir para a preservação ambiental, ao oferecer incentivos fiscais pelo uso de energias limpas (TRABER et al., 2011; LIAO, et al 2011).

Embora o Brasil não tenha índices preocupantes de emissões, medidas têm sido adotadas para evitar externalidades já observadas em centros urbanos. A migração das indústrias para o mercado livre é uma alternativa para utilização de fontes renováveis. As empresas comercializadoras compram energia por leilões federais e assim garantem o abastecimento de seus clientes a valores diferenciados para consumo livre (ANEEL, 2012).

Empresas que desenvolvem programas ambientais ou que buscam certificações nesta área são potenciais consumidores livres, por já utilizarem energia a partir de fontes renováveis. No

entanto, muitas empresas ainda utilizam-se de geradores de energia a combustível fóssil nos horários de ponta (FAGUNDES FILHO, 2009). Com o mercado livre, tem crescido o uso de energia incentivada. Além da redução de custo, as empresas deixam de contribuir para a geração de gases de efeito estufa e constroem uma imagem corporativa favorável (MENGES, 2003).

3 – ESTUDO DE CASO

3.1 – Análise do referencial

A literatura pesquisada aponta para a utilização de fontes renováveis de energia elétrica, ou fontes incentivadas, principalmente, pela necessidade de reduzir as emissões de carbono e reduzir custos. Embora o controle das emissões seja prioritário em países desenvolvidos, com maior utilização de combustíveis fósseis para geração de energia, no Brasil há iniciativas preventivas que tem se mostrado eficazes. Apesar dos avanços tecnológicos na geração de energias renováveis, ainda há a barreira dos custos. Na indústria, para muitas empresas, além do problema ambiental, o custo da energia elétrica é elevado e o aumento da eficiência energética pode ser benéfico. No entanto, alterar a forma de contratação para fontes incentivadas requer planejamento e investimentos. Ainda que a contratação de energia incentivada tenha menores custos e receba incentivos fiscais, ainda há restrições por parte da indústria para migração ao modelo livre.

Com base no referencial, O Quadro 1 aponta constructos e lacunas a investigar neste estudo.

Quadro 1 – Lacunas a serem investigadas

Constructo	Lacunas
Contexto: A situação atual do mercado de energia elétrica	Sistemas de contratação e utilização de energia de fontes incentivadas com contratação livre na indústria
Contexto: Uso de combustíveis fósseis na geração de energia	Utilização de geradores de energia para compensar custos nos horários de ponta
Geração de Valor: Aspectos de ganho financeiro	Redução de custos e aumento de ganhos com a contratação de energia no mercado livre
Geração de Valor: Aspectos de ganho ambiental e intangível	Outros ganhos percebidos com decisões que promovem a preservação ambiental

Fonte: Autoria própria

3.2 – Questão de Pesquisa

A forma de cobrança da tarifa de energia no Brasil prevê valores diferenciados nos horários

de ponta. No mercado cativo, as empresas pagam até 100% de acréscimo no valor da tarifa no horário de ponta. Em atividades industriais em que equipamentos consomem elevada carga de energia, o custo da operação cresce, podendo comprometer a lucratividade das empresas. Muitas utilizam-se da estratégia de parada de produção neste horário para evitar a elevação do custo dos produtos. Ao migrarem para o mercado livre a diferença na tarifa deixa de ser aplicada.

Com isto, a questão de pesquisa é: como empresas industriais brasileiras podem auferir ganhos com o mercado livre de energia elétrica? O método de pesquisa é o estudo de caso exploratório múltiplo. Segundo Miguel (2010), o estudo de caso é um método adequado a certas investigações em Engenharia de Produção, pois pode analisar de forma empírica resultados de decisões já tomadas. Buscou-se investigar o fenômeno buscando evidências no contexto de empresas industriais brasileiras que atendem os critérios do mercado livre de energia elétrica. Mais casos podem ajudar a identificar como empresas tratam com energias incentivadas. O estudo de caso múltiplo pode analisar a realidade de diversas empresas e difere-se do estudo de caso único, do qual se exige muito mais profundidade. A possibilidade de comparação dos achados dos múltiplos casos poderá apresentar informações que contribuam para a compreensão dos fenômenos e para a formulação de uma futura base teórica que explique o fenômeno (EISENHARDT e GRAEBNER, 2007). A base conceitual, presente na revisão teórica, contribuiu para a elaboração das ferramentas do estudo e sustentar as proposições (KÖCHE, 1997). Não foi objetivo do estudo relacionar diretamente achados com as empresas, mas observar todo o conjunto de achados para oferecer possibilidades de resposta às lacunas.

3.3 – Método da pesquisa

A migração para o mercado livre pode trazer redução de custo de energia elétrica, segundo a área de atuação e segundo a possibilidade de realocar ou reduzir carga nos horários de ponta. Determinadas indústrias que utilizam máquinas de maior consumo, tais como caldeiras, fornos, câmaras de pintura e secagem, que podem ser realocadas, podem esperar ganhos mais elevados. Indústrias de menor consumo ou cujas cargas não são realocáveis devem esperar menores ganhos.

Foram identificadas oito empresas com características de consumidores livres de energia. Destas, cinco estão no mercado livre, duas não estão, mas desenvolvem estudos de viabilidade, uma migrou por um período, retornou ao mercado cativo, mas estuda o retorno. Contatos telefônicos foram feitos para iniciar a aproximação, e neste primeiro momento foram obtidos alguns dados relevantes para o estudo. Documentos (relatórios de consultorias e faturas de energia elétrica) também foram utilizados. A análise baseou-se em leitura e interpretação técnica dos mesmos.

Para orientar a etapa de campo, com base nos construtos e lacunas da revisão, foi elaborado o protocolo de pesquisa do Quadro 2. O Quadro 3 mostra o perfil das empresas estudadas.

Quadro 2 - Protocolo de investigação

Constructo	Questões aos gestores
Contexto: A situação atual do mercado de energia elétrica	1- A empresa conhece o mercado livre de energia? 2- Há quanto tempo a empresa está no mercado livre? 3- Qual o principal motivo da migração para o mercado livre? 4- A empresa utiliza algum incentivo para uso de energia renovável?
Contexto: Uso de combustíveis fósseis na geração de energia	5- Como era ou é gerenciado o horário de pico de energia? 6- A empresa utilizava ou utiliza gerador a diesel? 7- A empresa sofre ou sofreu algum tipo de pressão interna ou externa pelo uso de combustíveis fósseis para geração de energia?
Geração de Valor: Aspectos de ganho financeiro	8- Quais os ganhos financeiros auferidos ou por auferir com o mercado livre? 9- Houve algum impacto na produção ou na produtividade fabril? 10- Foi feito estudo prévio de viabilidade? Se sim, quais os fatores que foram considerados no estudo? 11- Que impactos o mercado livre teve em níveis de quantidade de produtos produzidos, custo final, produtividade etc?
Geração de Valor: Aspectos de ganho ambiental e intangível	12- A empresa percebeu alguma outra mudança em consequência do mercado livre de energia? 13- Se sim, esta mudança foi benéfica ou possível de quantificar?

Fonte: Autoria própria

Quadro 3 - Perfil das empresas investigadas

Empresa	Descrição
Fabricante de eletrodomésticos	Fabrica máquinas de lavar, secadoras, fogões. Possui certificado ISO 14001. Está no mercado livre desde 2009. Não usa gerador, porém ocorre parada parcial na ponta.
Indústria Mecânica e Metalúrgica	Fundição de aço e implementos rodoviários, com certificação NBR ISO 9001:2001. Está no mercado livre desde 2006 e não utiliza gerador. Ocorre parada total na ponta.
Fabricante de implementos agrícolas	Fábrica de tratores, pulverizadores, equipamentos de fenação e forragem, implementos e equipamentos de preparo do solo. Está no mercado livre desde 2008.
Fabricante de papel e celulose	É autossuficiente em energia, com duas hidrelétricas instaladas em sua propriedade. Possui amplo programa de responsabilidade socioambiental.
Fabricante de móveis	Fabrica móveis em MDF e tubulares com certificação NBR ISO 9001:2008 e programa de responsabilidade socioambiental. Está no mercado livre desde 2010.
Fabricante de móveis	Fabrica móveis em alumínio, divisórias e vidros. Não está no Mercado Livre.
Fabricante de Metais Fundidos	Fundição e usinagem. Possui certificações SA8000:2001 (1ª empresa de fundição do mundo certificada), ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 e ISO/TS 16949:2002. Não está no mercado livre, já esteve e estuda a possibilidade de voltar.
Fabricante de Materiais em PVC	Forros e acessórios. Não está no mercado livre, mas tem intenção de migrar. Utiliza gerador. Não ocorre parada de produção.

Fonte: Autoria própria

Após o primeiro contato e explanação prévia da proposta do estudo, foi encaminhado previamente via e-mail o questionário a ser respondido, para que os respondentes se preparassem para a entrevista. Feitas as entrevistas, o retorno das mesmas foi transcrito segundo o protocolo. Confrontaram-se achados e constructos, triangulando as observações sempre que possível.

4 – Resultados

As entrevistas seguiram uma mesma dinâmica. No primeiro e no segundo blocos, houve aproximação entre pesquisador e respondente, sendo discutidos aspectos genéricos do mercado de energia e aspectos específicos do uso de energia na empresa e no horário de ponta, incluindo o uso de combustíveis fósseis. No terceiro bloco foram explorados explicitamente os ganhos financeiros já comprovados. No quarto bloco, foram explorados outros ganhos, tanto intangíveis no sistema de produção, quanto relativos à imagem ambiental, oriundos da racionalização no uso de energia. Os achados de pesquisa foram então organizados em três tópicos: gerenciamento nos horários de ponta; avaliação dos ganhos financeiros com a migração; e avaliação de outros ganhos.

4.1 Gerenciamento do Horário de Ponta

Em quatro das oito empresas, nos horários de ponta são utilizados grupos motor-geradores independentes, com queima de óleo diesel, ou seja, combustível fóssil. Nestes casos, a produção é mantida no patamar usual, sem redução na atividade fabril. Em duas empresas, ocorre desligamento parcial de máquinas e redução parcial de produção. Em duas empresas, ocorre desligamento total de máquinas e redução total de produção. Nestes dois casos, a redução chega a cerca de 40% do valor total do consumo de energia. A produção foi racionalizada ou realocada para outras regiões, com mais facilidades de fornecimento. Nas seis empresas que migraram para o mercado livre houve redução no custo de energia, entre 5% e 36% do custo total. Em uma delas, havia uso de gerador diesel, que foi substituído por energia de fontes renováveis. O gerador foi mantido apenas para o caso de falta externa de energia de longa duração.

4.2 Avaliação de Ganhos Financeiros

As seis empresas que já estiveram ou ainda estão no mercado livre apontam a redução na TUSD como principal ganho. Uma destas empresas relatou redução de até 50% na tarifa.

As seis empresas que migraram para o mercado livre fizeram estudos formais de viabilidade,

considerando outros fatores: custo de produção com e sem o uso dos equipamentos usuais no horário de ponta; a potência disponibilizada pela concessionária para contratação no horário de ponta; a possibilidade de realocar a produção em outros horários e para outras regiões; a possibilidade de racionalizar energeticamente a produção; impacto ambiental e imagem corporativa; e o custo de uso de grupo motor-gerador independente.

No entanto, mesmo com os estudos, sete das oito empresas consideraram apenas a redução de custo de energia elétrica na decisão. Na análise deste custo, foram considerados o tipo de contrato atual e futuro; o custo de implementação da estrutura necessária para a mudança no fornecimento (alteração do medidor de energia, incorporação de controlador eletrônico de demanda, e contratação da rede de distribuição); e o ganho com a redução mensal, comparado com o mercado cativo, com base no histórico das faturas. Uma das empresas que ainda não migrou contratou consultoria especializada para avaliar a proposta recebida: um pacote específico com vantagens e garantias de ganho financeiro. Como fator de decisão para a migração, ficou claro que as empresas estudadas só consideraram a redução de custo de energia, desconsiderando naquele momento outros elementos de gerenciamento da produção.

Das seis empresas que já migraram, duas empresas adotavam parada total de produção no horário de ponta antes do mercado livre. Estas empresas agora anteciparam o início do turno da noite e aumentaram a quantidade produzida. Em uma delas, a migração aumentou em três horas diárias a disponibilidade de máquinas ao mesmo tempo em que reduziu o custo de energia. Há relato de eliminação das perdas por parada e retomada de produção. Segundo a empresa, houve um ganho de produtividade (custo por unidade produzida) de 30%. Em outras duas, não houve mudança na produção, havendo apenas a troca do gerador pela fonte de energia incentivada no horário de ponta, com expressiva redução no custo. Ambas relataram expressiva redução de custo de manutenção do grupo motor-gerador, pois o conjunto é complexo e exige mão-de-obra altamente especializada para revisões e peças-reserva custosas, para situações de emergência. Outras duas que migraram mantiveram o desligamento total no horário de ponta, por não haver demanda adicional de produto, auferindo apenas os ganhos financeiros do mercado livre. Por fim, nas duas empresas que nunca migraram, e que adotam parada parcial, não houve mudanças.

As três empresas que hoje não estão no mercado livre avaliam a possibilidade de migração. Uma delas não tem conhecimento sobre o funcionamento deste mercado, mas tem interesse em conhecer e, se possível, migrar. Para tanto, contratou consultoria especializada. Outra possui fonte própria de energia (uma PCH - Pequena Central Hidrelétrica) e estuda como compatibilizar a geração própria com energia externa incentivada. E a terceira também espera os resultados de estudo de viabilidade que está em andamento. A empresa autorizou a consultoria a considerar

apenas o histórico das faturas, os horários dos turnos da fábrica, e a sazonalidade na produção. Aspectos ambientais e de imagem corporativas não será considerados neste momento. Uma das empresas que não está no mercado livre aponta que haveria demanda para mais produção se o custo de energia no horário de ponta fosse mais baixo.

4.3 Avaliação de Ganhos Não-Financeiros

Em duas empresas foram observados outros ganhos com a migração para o mercado livre.

Em um caso, antes da migração, a empresa disponibilizava instalações para que os funcionários permanecessem durante a parada total no horário de ponta, pois haveria a retomada. Havia ainda relatos de problemas com o ciclo de processo. Um dos produtos tem um ciclo de processo de duas horas. Este ciclo só pode ser iniciado se faltarem mais de duas horas para o início do horário de ponta. Com isto, as três horas de parada resultavam em média quatro horas diárias de perda de produção. Com a migração, não houve mais esta perda e nem foi mais preciso acolher funcionários por de três a cinco horas diárias.

Há outros ganhos intangíveis relatados: nas duas empresas, um índice de satisfação de funcionários aumentou com a antecipação do final da jornada e a redução de horas-extras, antes mais frequentes pela parada obrigatória, representando um ganho subjetivo. Uma das empresa também relatou que não é mais preciso pagar periculosidade e insalubridade aos funcionários que manejavam o óleo diesel do grupo motor-gerador e com isto há redução na possibilidade de causas trabalhistas futuras. Por fim, sabe-se que a qualidade da energia recebida de concessionários é superior à do gerador, se bem que nenhuma empresa tivesse estudos formais a respeito.

4.4 Síntese dos resultados

O Quadro 4 apresenta a síntese dos achados do estudo, classificados por tópico.

Quadro 4 – Síntese de achados

Tópico	Principais achados
Gerenciamento do horário de ponta	As empresas conhecem e fazem uso do mercado livre de energia; Empresas param parcial ou totalmente a produção; Empresas usam geradores a diesel para continuar total ou parcialmente a produção;
Ganhos financeiros	Redução expressiva na tarifa de energia e possibilidade de desativar geradores; Possibilidade de aumentar a produção em volume; Possibilidade de aumentar a produtividade por não-interrupção;
Ganhos não-financeiros	Satisfação de funcionários; Uso de energia de qualidade superior; Prevenção de possíveis passivos trabalhistas;

O Quadro 5 relaciona os achados de pesquisa com as lacunas da revisão.

Quadro 5 – Relação dos achados com as lacunas de pesquisa

Lacunas	Achado
Sistemas de contratação e utilização de energia de fontes incentivadas com contratação livre na indústria	As empresas conhecem e fazem uso do mercado livre de energia;
Utilização de geradores de energia para compensar custos nos horários de ponta	Empresas usam geradores a diesel para continuar total ou parcialmente a produção;
Redução de custos e aumento de ganhos com a contratação de energia no mercado livre	Redução expressiva na tarifa de energia e no uso de geradores; Possibilidade de aumentar a produtividade por não-interrupção;
Outros ganhos percebidos com decisões que promovem a preservação ambiental	Satisfação de funcionários; Criação de imagem corporativa positiva por uso de energia verde.

Fonte: Autoria própria

Em relação à lacuna da contratação, observou-se que as empresas conhecem e fazem uso do mercado livre de energia. Quando não o fazem, é porque não há interesse, mesmo havendo conhecimento sobre o tema. Quanto à lacuna da utilização de geradores, as empresas podem usá-los para manter a totalidade ou uma parte da capacidade produtiva. Quanto à lacuna da redução de custos, houve expressiva redução na tarifa e outras reduções indiretas, relacionadas ao aumento da produtividade. Por fim, quanto à lacuna de outros ganhos, observaram-se ganhos intangíveis significativos, tais como a satisfação dos funcionários e a criação de imagem corporativa mais favorável, com reflexos na capacidade de competição da empresa.

5 Considerações finais

O objetivo deste artigo foi apontar possibilidades de ganhos financeiros e não-financeiros que empresas brasileiras possam auferir se migrarem para o mercado livre de energia elétrica (ACL). O método de pesquisa foi o estudo de caso múltiplo. O mercado livre de energia elétrica oferece a possibilidade de adotar energia verde, a chamada energia incentivada, com expressiva redução de tarifa.

O principal benefício que as empresas estudadas relataram foi a expressiva redução na tarifa de energia que o mercado livre oferece. Este tem sido o principal motivador para a migração. No entanto, o estudo apontou outros benefícios financeiros e não-financeiros que as empresas não têm considerado na decisão de migrar para o mercado livre de energia: possibilidade de aumento na produção, pela incorporação das horas bloqueadas pelo horário de ponta; possibilidade de desativar

geradores, que hoje operam no horário de ponta; possibilidade de turnos ininterruptos de trabalho, antes interrompidos pelo horário de ponta; satisfação de funcionários com a redução de horas-extras e antecipação do fim da jornada diária; e uso de energia de qualidade superior à gerada por grupos motor-gerador a diesel.

Os expressivos ganhos ambientais que o mercado livre oferece, por operar com energia oriunda de fontes renováveis, de modo geral, não têm sido reconhecidos pelas empresas estudadas.

Referências

ABEJON, N.; LAI, C.; CHAN-HALBRENDT, C. “DOSSA”, highway to energy self-sustainability: A case study. *Applied Energy*, v.97, n.2, p.217-224, 2012.

AKKEMIK, K.; OGUZ, F. Regulation, efficiency and equilibrium: A general equilibrium analysis of liberalization in the Turkish electricity market. *Energy*, v.36, p.3282-3292, 2011.

AL-BADI, A.; MALIK, A.; GASTLI, A. Sustainable energy usage in Oman - Opportunities and barriers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.15, n.8, p.3780-3788, 2011.

ALLSOPP, C.; FATTOUTH, B. Oil and international energy. *Oxford Review of Economic Policy*, v.27, n.1, p.1-32, 2011.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Banco de Informações de Geração (BIG). Dados de 2012. Disponível em WWW.aneel.gov.br, acesso em julho de 2013.

BAHÇE, S.; TAYMAZ, E. The impact of electricity market liberalization in Turkey “Free consumer ” and distributional monopoly cases. *Energy Economics*, v.30, n.8, p.1603-1624, 2008.

BORCHARDT, M.; POLTOSI, L.; SELITTO, M.; PEREIRA, G. Considerações sobre ecodesign: um estudo de caso na indústria eletrônica automotiva. *Ambiente & Sociedade*, v.11, n.2, p.341-353, 2008.

CLEMENT-NYNS, K.; HAESSEN, E.; DRIESEN, J. The impact of charging plug-in hybrid electric vehicles on a residential distribution grid. *IEEE Transactions on Power Systems*, v.25, n.1, p.371-380, 2010.

CRABTREE, G. SARRAO, J. Controlling the Functionality of Materials for Sustainable Energy. *Annual Review of Condensed Matter Physics*, v.2, n.2, p.287-301, 2011.

EISENHARDT, K.; GRAEBNER, M. Theory Building from Cases: Opportunities and Challenges. *Academy of Management Journal*, v.50, n.1, p.25-32, 2007.

EMADI, A.; LEE, Y.; RAJASHEKARA, K. Power electronics and motor drives in electric, hybrid electric, and plug-in hybrid electric vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, v.55, n.6, p.2237-2245, 2008.

EVERETT, R.; BOYLE, G.; PEAKE, S.; RAMAGE, J. Energy Systems and Sustainability: Power for a Sustainable Future. Oxford, UK: Oxford University Press, 2012.

FAGUNDES FILHO, C. **Análise da estratégia de contratação de consumidores livres, tendo como balizamento a formação de preços no mercado livre**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica) USP, São Paulo: 2009.

HABERL, H.; BERINGER, T.; BHATTACHARYA, S.; ERB, K.; HOOGWIJK, M. The global technical potential of bio-energy in 2050 considering sustainability constraints. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v.2, n.5, p.394-403, 2010.

- HAUG, M. Clean energy and international oil. **Oxford Review of Economic Policy**, v.27, n.1, p.92–116, 2011
- KAYGUSUZ, K. Climate Change and Biomass Energy for Sustainability. **Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy**, v.5, n.2, p.133-146, 2010.
- KRETZERS, I. Conference Report: Euroscicon Conference on Innovations in Renewable Energies. **Biofuels**, v.3, n.4, p.375-376, 2012.
- KÜCHE, J. **Fundamentos de Metodologia Científica**: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. Petrópolis: Vozes 1997.
- LAMAS, E. **Metodologia para avaliação de alternativas de fornecimento de energia elétrica para consumidores do grupo A**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Elétrica). Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- LIAO, C.; OU, H.; LO, S.; CHIUEH, P.; YU, Y. A challenging approach for renewable energy market development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.15, n.1, p.787–793, 2011.
- LISE, W.; KRUSEMAN, G. Long-term price and environmental effects in a liberalised electricity market. **Energy Economics**, v.30, n.2, p.230–248, 2008.
- LONG, Y.; FANG, Z. Conference Report: World Congress of Bioenergy, 2012: renewable energy for sustainability. **Biofuels**, v.3, n.4, p.377-378, 2012.
- MENGES, R. Supporting renewable energy on liberalised markets: green electricity between additionality and consumer sovereignty. **Energy Policy**, v.31, n.7, p.583–596, 2003.
- MIGUEL, P. **Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MUNDACA, L. Markets for energy efficiency: Exploring the implications of an EU-wide ‘Tradable White Certificate’ scheme. **Energy Economics**, v.30, n.6, p.3016–3043, 2008.
- NASCIMENTO, T.; MENDONÇA, A.; CUNHA, S. Innovation and sustainability in energy production: the case of wind power generating system in Brazil. **Cadernos EBAPE**, v.10, n.3, p.630-651, 2012.
- NIELSEN, S.; SORKNÆS, P.; ØSTERGAARD, P. Electricity market auction settings in a future Danish electricity system with a high penetration of renewable energy sources – A comparison of marginal pricing and pay-as-bid. **Energy**, v.36, n.7, p.4434-4444, 2011.
- PARIKH, J.; GHOSH, P. Energy technology alternatives for India till 2030. **International Journal of Energy Sector Management**, v.3, n.3, p.233-250, 2009.
- PATLITZIANAS, K.; DOUKAS, H.; PSARRAS, J. Enhancing renewable energy in the Arab States of the Gulf: Constraints & efforts. **Energy Policy**, v.34, n.18, p.3719-3726, 2006.
- PROCEL - Programa Nacional De Conservação de Energia Elétrica, ELETROBRÁS. **Manual de tarifação da energia elétrica**. Brasília: 2001.
- ROGERS, C. Hydrogen and the 2050 UK energy consumer. **International Journal of Low-Carbon Technologies**, v.7, n.1, p.2–4, 2011.
- SHAW, R.; ATTREE, M.; JACKSON, T. Developing electricity distribution networks and their regulation to support sustainable energy. **Energy Policy**, v.38, n.10, p.5927-5937, 2010.
- SILVA, S.; REIS, R.; AMÂNCIO, R. Paradigmas ambientais nos relatos de sustentabilidade de organizações do setor de energia elétrica. **Revista de Administração Mackenzie**, v.12, n.3, p. 146-176, 2011.

STANKEVICIUTE, L.; CRIQUI, P. Energy and climate policies to 2020: the impacts of the European “20/20/20” approach. **International Journal of Energy Sector Management**, v.2, n.2, p.252-273, 2008.

THACKERAY, M.; WOLVERTON, C.; ISAACS, E. Electrical energy storage for transportation—approaching the limits of, and going beyond, lithium-ion batteries. **Energy & Environmental Science**, v.5, n.7, p.7854-7863, 2012.

TRABER, T.; KEMFERT, C. Gone with the wind? — Electricity market prices and incentives to invest in thermal power plants under increasing wind energy supply. **Energy Economics**, v.33, n.2, p.249–256, 2011.

ZHAO, Z.; ZUO, J.; FAN, L.; ZILLANTE, G. Impacts of renewable energy regulations on the structure of power generation in China—A critical analysis. **Renewable Energy**, v.36, n.1, p.24-30, 2011.

Recebido: 20/09/2013

Aprovado: 16/01/2014