

Crise Energética e Planejamento Energético no Paraná*
Energy crisis and energy planning grid in Paraná State
Crisis Energética y Planificación Energética en el Estado del Paraná

Annemahlen Gehrke Castagna**, Gerson Tiepolo***,
Maria de Fátima dos Santos Ribeiro**** e Paulo Bracarense*****

RESUMO

Este ensaio é resultado de discussões e reflexões do Grupo de Pesquisa em Energia: Políticas Públicas, Finanças e Tecnologia, grupo multi-institucional que debate as questões energéticas do Estado do Paraná. São abordadas questões em áreas consideradas prioritárias, tais como geração distribuída e uso de fontes renováveis, energia hidráulica, mobilidade, energia eólica e eficiência energética e suas relações com o planejamento (ou a falta deste). A conclusão é uma carta aberta à sociedade paranaense.

Palavras-chave: Planejamento energético. Crise. Paraná. Políticas públicas.

ABSTRACT

This essay is the result of a set of discussions and reflections raised from the Research Group in Energy: Public Policies, Finances and Technology, multi-task institutional group in which commonly debates the energy issues of Paraná. It is highlighted the issues in terms of priority areas such as distribution generation grid and the renewable sources usage, hydroelectricity, mobility and energy, wind energy and efficiency and its relations with the planning grid (or the lack of it). The conclusion is a broad open letter to the people of Paraná State.

Keywords: Energy planning grid. Crisis. Paraná. Public policies.

* Agradecemos a colaboração, neste trabalho, de Daniel Fraxino (Instituto de Tecnologia do Paraná), Neide Alves Dalla Vecchia (Electra Energy), Jair Urbanetz Jr., Luiz Amilton Peplow (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) e aos Observatórios Sesi/Senai/IEL na pessoa de Lilian Machado Moya Makishi.

** Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. Atualmente, é professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: gehrke@utfpr.edu.br

*** Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. Mestre e doutor em Engenharia de Produção e Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. Atualmente é professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: tiepolo@utfpr.edu.br

**** Graduação em Engenharia Agrônoma pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Doutora em Agronomia/Produção Vegetal pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. Atualmente, é pesquisadora do Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR e professora na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. E-mail: fatima_ribeiro@iapar.br

***** Graduação em Estatística pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. Mestre em Estatística e Experimentação Agrônoma pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil. Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. E-mail: bracarense@ufpr.br

Artigo recebido em jul./2015 e aceito para publicação em maio/2016.

RESUMEN

Este artículo es el resultado de las discusiones y reflexiones del Grupo de Investigación en Energía: Políticas Públicas, Finanzas y Tecnología, un grupo multi-institucional para debatir temas de energía de Paraná. Son cuestiones que se abordan en áreas prioritarias como la generación distribuida y el uso de fuentes renovables, hidro electricidad, la movilidad, energía eólica y la eficiencia energética y sus relaciones con la planificación (o su ausencia). La conclusión es una carta abierta a la sociedad del estado del Paraná.

Palabras clave: Planificación energética. Crisis. Paraná. Políticas públicas

INTRODUÇÃO

O sistema Federação das Indústrias do Paraná (FIEP), por meio dos Observatórios SESI/SENAI/IEL, produziu em 2005 o estudo intitulado “Setores Portadores de Futuro para o Estado do Paraná”. Como decorrência desse levantamento foram priorizados os setores industriais mais promissores para alavancar o desenvolvimento do Estado. Assim, para cada um desses setores foi realizado um estudo chamado “Rotas Estratégicas para o Futuro da Indústria Paranaense”, um *Roadmapping* com visões de futuro e ações a serem concretizadas em um horizonte de 10 anos. Para o *Roadmapping* de energia foram priorizadas cinco visões de futuro (SENAI, 2005), a saber:

1. ter um setor referência em planejamento sistêmico de assuntos energéticos;
2. ter um setor referência e em geração distribuída de energias renováveis;
3. ser modelo de eficiência energética;
4. ser provedor de soluções em energia a partir da biomassa; e
5. alcançar energia e logística sustentáveis para o setor de transporte.

Chegando ao término do horizonte temporal previsto – ano de 2015 – depara-se com uma crise no setor. Nem o Brasil nem o Estado do Paraná podem ser considerados referências na área de planejamento ou de eficiência energética, por exemplo. No momento, o País não atende às principais premissas do planejamento energético, que são: segurança no fornecimento, modicidade tarifária e universalização do fornecimento. O Paraná não possui sequer um órgão responsável pelo planejamento energético e o último balanço energético foi publicado com dados de 2009 (BRUSTOLIN, 2010).

A despeito disso, procurou-se observar o lado positivo: se há crise, há discussão. A pergunta é se tal crise levará a um avanço na política energética. Dunn (2006) afirma que nos Estados Unidos qualquer mudança na política energética requer uma crise. Pode-se fazer essa associação também para o caso brasileiro?

Kelman (2015) diz que uma crise cria um senso de urgência, que permite uma rápida aceitação das reformas propostas para resolvê-la. Pode-se entender que um momento de crise requer decisões urgentes. Porém, não é o que se verifica no cenário brasileiro. Um exemplo disso está no setor elétrico, no qual o “novo” modelo já completou 10 anos em 2014. O Brasil passou por uma reestruturação no setor elétrico embasada pelas Leis nºs 9.074/1995 e 9.427/1996, como também pelo Decreto nº 5.163/2004 e pela Lei nº 10.848/2004, a qual apresenta e explica a comercialização de energia elétrica. Uma das principais mudanças residiu na desverticalização setorial, que tornou distintas as empresas de geração, transmissão, distribuição e comercialização. Nesse quadro, as empresas de geração e comercialização de energia sofrem influências fortes do mercado, enquanto aquelas de transmissão e distribuição são mais reguladas pelo Estado.

Desde então, algumas medidas bastante polêmicas e discutíveis foram tomadas. O fato é que medidas paliativas – como a permissão de importação de energia

elétrica, a construção de usinas geradoras a óleo diesel ou, ainda, a transferência de responsabilidade ao consumidor residencial – não solucionam crises.

Este ensaio apresenta discussões sobre mobilidade urbana, biomassa, hidroeletricidade, energia fotovoltaica, eólica e eficiência energética.

Pretende-se contribuir com as discussões para a proposição de políticas públicas no Estado do Paraná e colocar o planejamento energético na pauta das ações governamentais. A aspiração é que se aproveite a crise para mudar.

1 MOBILIDADE URBANA E ENERGIA

Em um país em que o índice de urbanização ultrapassa os 85%, equacionar a questão energética para os centros urbanos é mais que urgente, mesmo porque não se vislumbram perspectivas de movimentos de inflexão ou de retorno a uma situação mais equilibrada da ocupação do espaço territorial.

Para uma melhor compreensão da gravidade da questão urbana brasileira, pode-se compará-la com a de outros países. O relatório “*Perspectivas da Urbanização Mundial*” (*World Urbanization Prospects*), publicado pela Divisão das Nações Unidas para a População, do Departamento dos Assuntos Econômicos e Sociais (DESA-UN, 2014), assinala que o índice de urbanização mundial era de 54%, com projeção de aumento para 66% em 2050. O Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat), por sua vez, apresentou em 2012 um relatório com informações sobre população e urbanização nas cidades latino-americanas.¹ De acordo com o estudo, a taxa de urbanização no Brasil e nos países do Cone Sul chegará a 90% até 2020 (ONU-HABITAT, 2012).

Além dessa grande quantidade de pessoas nos centros urbanos do País, ocorre uma situação peculiar de concentração dessas pessoas em poucos aglomerados urbanos. Segundo dados levantados e projetados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mais de 30% da população brasileira vive nas nove maiores regiões metropolitanas do País. Nove aglomerados urbanos² hospedam 62 milhões dos 203 milhões de brasileiros em um país com mais de 5.560 municípios. E ainda, as 45 maiores regiões metropolitanas recebem mais da metade da população brasileira (IBGE, 2014).

A evolução dessa situação ocorreu de forma muito acentuada no tempo e foi acompanhada de uma mudança estrutural da pirâmide demográfica brasileira em pouco mais de cinquenta anos. Se forem tomados para comparação alguns indicadores de 1950, 1980 e 2010, numa série histórica em intervalos de 30 anos, ficará muito clara a necessidade de um novo equacionamento da questão energética nacional. As mudanças de 2010 a 2014 mostram que os indicadores considerados tendem a continuar evoluindo, conforme detalhado na tabela 1, a seguir.

¹ No relatório chamado “*Estado das Cidades da América Latina e Caribe*” foram abordados tópicos como desenvolvimento econômico, habitação, espaços públicos, serviços básicos urbanos, meio ambiente e governança urbana.

² As nove maiores regiões metropolitanas se formam em torno dos municípios de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Brasília, Porto Alegre, Salvador, Recife, Fortaleza e Curitiba, capital do Estado em foco neste artigo.

Os anos da série proposta estão historicamente referenciados por dois importantes investimentos nacionais na área de infraestrutura, que determinaram a formação da atual matriz energética brasileira. Em 1953, foi criada a Petróleo do Brasil S/A (Petrobras), impulsionada pela campanha popular iniciada em 1946, cujo *slogan* era “O petróleo é nosso”. Entre 1975 e 1982 foi construída a Usina Hidrelétrica de Itaipu, a segunda maior do mundo, atrás somente da Barragem das Três Gargantas na China.

A tabela 1 mostra os indicadores de evolução da estrutura populacional antes referida. Os dados apresentados para os anos inteiros são oficiais, produzidos por Censos do IBGE realizados em 1950, 1980 e 2010. Os dados de 2014 são estimativas elaboradas pela Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio (PNAD-IBGE).

TABELA 1 - INDICADORES DEMOGRÁFICOS DO BRASIL - 1950/2014

INDICADORES	1950	1980	2010	2014
População (hab.)	51.944.397	121.150.573	190.755.799	202.768.562
Índice de Urbanização (%)	36,2	67,6	84,3	85,7
Esperança de Vida (anos)	45,5	62,8	73,5	74,9
Taxa de Fecundidade (filhos por mulher em idade fértil)	6,21	4,35	1,87	1,77
Mortalidade Infantil (óbitos por 1000 nascidos vivos)	89,7	69,1	16,7	14,4

FONTES: IBGE (2012), PNAD/IBGE (2014)

Em síntese, a tabela revela, de um lado, uma queda na taxa de crescimento populacional em razão da enorme diminuição da taxa de fecundidade, que passou de, aproximadamente, seis filhos por mulher em idade fértil (idade entre 15 e 49 anos) para menos de dois tendendo para 1,5. Assim, pode-se esperar que, em um futuro não muito distante, cada casal tenda a ter somente um filho, achatando a base da pirâmide. Por outro lado, houve uma imensa diminuição da taxa de mortalidade infantil, que passou de 90 para 15 óbitos no primeiro ano de vida, para cada 1.000 crianças nascidas vivas. Paralelamente, ocorreu um aumento significativo da expectativa de vida ao nascer, que saltou dos 45 anos em 1950 para os atuais 75 anos, com tendência de aceleração do crescimento da população de idosos. Destaque-se aqui a brutal migração do campo para as cidades no período em questão, com o índice de urbanização nacional evoluindo de 36,2% para 85,7%.

A mudança das características morfológicas e fisiológicas das cidades nesse meio século, principalmente dos grandes aglomerados humanos, não foi acompanhada pelo estabelecimento de políticas de fortalecimento de infraestrutura e de programas de mobilidade capazes de suportar tais transformações. A despeito da enorme evolução tecnológica que agraciou o País (e o mundo) nos mais diferentes campos afeitos ao desenvolvimento urbano, relacionada ao desenvolvimento da área de transporte e logística, à verticalização das moradias e, em especial, aos avanços nas áreas de saneamento ambiental e energia.

Mesmo que tenham sido implantadas, em algumas das grandes cidades, determinadas experiências mais ou menos exitosas de planejamento urbano e de estabelecimento de políticas racionais de ocupação do solo, o caos urbano se

instaurou na grande maioria das metrópoles e em suas regiões metropolitanas. Mesmo a cidade de Curitiba, referência nacional de planejamento urbano, de transporte público razoavelmente bem organizado e paradigma na preservação ambiental, tem enormes dificuldades em responder aos dramas urbanos que atingem a sua população e, em particular, como em todos os outros centros urbanos, a sua população menos aquinhoada, que depende fortemente do apoio do Estado.

Do ponto de vista energético, três aspectos podem ser considerados essenciais na elaboração de ações urbanas com vistas a um desenvolvimento sustentável: a melhoria das condições do transporte público, a diversificação de modais de transporte e a substituição gradual do transporte movido a combustível fóssil por veículos sustentáveis. Esses três pontos estão totalmente relacionados à mobilidade urbana. A mobilidade no espaço urbano é essencial para o desenvolvimento social e econômico, uma vez que proporciona aos cidadãos acesso aos serviços, bem como a oportunidades educativas, de empregabilidade e de relações sociais. A grande questão que se coloca reside na criação de possibilidades para que as pessoas desfrutem plenamente da cidade. Para isso, os habitantes necessitam de vias bem estruturadas e de meios de transporte adequados.

Sob o ponto de vista dos modais e das circunstâncias do desenvolvimento das cidades conforme antes descrito, é fundamental, em primeiro lugar, uma mudança de postura que privilegie o transporte coletivo, reservando a modalidade individual para ocasiões especiais. Além disso, a opção pelo uso de combustíveis de fontes de energia renováveis deve ter prioridade sobre os de natureza fóssil. O combustível predominantemente utilizado nos veículos automotores, de caráter individual ou coletivo, ainda é oriundo de derivados do petróleo, os quais representam 39,3% da matriz energética nacional, segundo dados do último Balanço Energético Nacional (BEN-2014)³. Ressalte-se que a matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo, com 41% da energia consumida advinda de fontes renováveis, enquanto o percentual médio mundial se encontra em 13%. Ainda assim, o uso do petróleo e derivados, de gás natural e de carvão mineral alcança a importância de aproximadamente 58%, sendo o 1,3% restante proveniente do urânio (EPE, 2014).

Ademais, segundo o BEN-2014, o setor de transportes é responsável por 46,9% do total de emissões poluentes de dióxido de carbono (CO₂) no âmbito da matriz energética brasileira. A produção industrial, o transporte de carga e a mobilidade das pessoas respondem por 66% do consumo de energia do País, sendo que o setor de transportes consome 32% desse percentual. O BEN também indica que a fonte energética mais consumida no Brasil é o óleo diesel, respondendo por 18,8%, à frente da eletricidade (17,1%). Nos meios de transportes, esse combustível representa 46,4%, e, a gasolina, 29,4%.⁴

³ Relatório Síntese Ano Base 2013, publicado em maio de 2014, sob responsabilidade da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), órgão vinculado ao Ministério de Minas e Energia.

⁴ Revista NTU - Urbano - Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. "Os caminhos para uma nova matriz energética na mobilidade urbana do Brasil".

Além da melhoria das condições do transporte público, são necessárias a diversificação de modais e a substituição gradual do transporte movido a combustível fóssil por veículos sustentáveis (com uso de combustíveis alternativos), capazes de proporcionar uma redução de emissões de gases, bem como menor impacto ambiental local e global. Várias experiências de ônibus com motores a biocombustível, eletricidade, hídricos ou a hidrogênio estão sendo realizadas.

Tais mudanças podem contribuir para um equacionamento da mobilidade urbana, com maior justiça social, à medida que oferecem melhores serviços para a população. Ademais, caminham no sentido da preservação do meio ambiente e da mitigação do aquecimento global, com a redução da emissão dos gases de efeito estufa (especialmente o CO₂) e a melhoria da qualidade do ar das cidades.

2 ENERGIA HIDRÁULICA

O Brasil tem na sua matriz elétrica como principal recurso o hídrico. No passado, construíam-se usinas hidrelétricas de grande porte com reservatórios, e estas contribuía para a geração de energia elétrica em momentos futuros, inclusive nos períodos de chuvas escassas. Atualmente, construções desse porte são cada vez mais raras. Torna-se relevante visualizar o crescimento populacional e industrial, bem como a relação entre a qualidade de vida e o aumento do consumo de energia elétrica. Para suprir essas necessidades deve-se diversificar a matriz, com fontes capazes de exercer o papel de complementaridade, em especial nos períodos secos, bem como de garantir geração de energia que permita a transferência entre submercados⁵, através de linhas de transmissão.

No Brasil, a matriz elétrica tem recebido incentivos para fomentar a construção e a diversificação das fontes renováveis de produção de eletricidade, com destaque para as energias de biomassa, solar, eólica, bem como pela criação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs).

Com a vida moderna e as expectativas em termos de qualidade de vida que ela gera, é impossível imaginar-se sem energia elétrica. Fala-se em diminuir o consumo ou, mais radicalmente, que não devem mais ser construídas usinas com reservatórios. Nesse cenário, entretanto, confirma-se que o recurso hídrico ainda é fundamental para a geração de energia. Uma forma mais equilibrada, ambientalmente falando, está na construção de PCHs, que não requerem grandes alagamentos e são consideradas usinas de baixo impacto ambiental. Neste caso, ainda existe muito potencial a ser explorado no Brasil. É fato que o País tem uma das matrizes de geração de energia elétrica mais limpas do mundo e o Paraná situa-se como exportador para outros estados, por intermédio de Itaipu. Conta-se, ainda, com recursos hídricos à disposição, mas a grande maioria dos “aproveitamentos ótimos”, de melhor eficiência, já foi utilizada (AGÊNCIA SENADO, 2014).

⁵ No Brasil, o Sistema Interligado Nacional (SIN) é dividido nos seguintes submercados: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

3 ENERGIA DE BIOMASSA

A biomassa é definida como qualquer matéria orgânica que possa ser transformada em energia mecânica, térmica ou elétrica (ANEEL, 2008). No Paraná, as principais matérias-primas utilizadas na geração desse tipo de energia são a cana-de-açúcar, a biomassa florestal, as culturas oleaginosas e a biomassa residual, proveniente da produção agropecuária, dos resíduos sólidos urbanos e do lodo de esgoto.

3.1 BIOGÁS

O biogás, constituído em média de 59% de gás metano (CH_4), de gás carbônico (CO_2) e de 1% de gases-traço, entre eles o gás sulfídrico (H_2S) (BLEY JR., 2014), é um combustível gasoso com elevado conteúdo energético, produzido a partir da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos. Possui características semelhantes ao gás natural e pode ser utilizado para a geração de energia elétrica, térmica ou mecânica. No processo de conversão em energia elétrica através da queima do biogás em conjuntos motogeradores, pode-se aproveitar o calor gerado, a partir da cogeração com um trocador de calor de água de arrefecimento. O biogás também pode ser refinado e transformado em biometano, que é um gás sem contaminantes e de alto poder calorífico, capaz de ser comprimido e utilizado em motores a gás de veículos.

O processo de biodigestão reduz o potencial poluidor dos dejetos, transformando-os em um biofertilizante de alto valor agrônômico, eliminando os odores e evitando a proliferação de moscas. O aproveitamento energético do biogás evita também as emissões de metano, gás causador do efeito estufa e 25 vezes mais danoso que o gás carbônico (IPCC, 2014). A geração descentralizada a partir do biogás proporciona ainda autonomia energética aos produtores, contribui para a eficiência energética e gera renda adicional. Várias operações agrícolas ou em aterros poderiam ter o biogás como fonte de energia, em substituição às convencionais.

Ações desenvolvidas no âmbito da plataforma Itaipu de Energias Renováveis e, posteriormente, pelo CIBiogás-ER⁶, alavancaram a viabilização técnica e econômica do uso de biogás como fonte de energia.

Atualmente operam no Estado seis plantas de biogás conectadas à rede, perfazendo um total de 1,47 MW de potência instalada (ANEEL, 2015). Essas usinas utilizam resíduos da agroindústria e da pecuária e resíduos sólidos urbanos e lodo de esgoto. Somada a essa capacidade, tem-se um empreendimento com outorga de 11,94 MW de capacidade instalada, para operação com resíduos da indústria sucroalcooleira (palha da cana-de-açúcar e torta de filtro).

Essa capacidade pode ser ampliada, pois há disponibilidade de matéria-prima no Estado, que em 2013 possuía o terceiro maior rebanho de suínos, detinha o maior efetivo de aves, foi o terceiro produtor nacional de leite e o quarto colocado na fabricação de etanol.

⁶ CIBiogás: Centro de Energias Renováveis e Biogás – Parque Tecnológico Itaipu.

Contudo, essa fonte energética deve ser compreendida de forma sistêmica. As políticas públicas que visem à promoção desse produto energético devem ser formuladas e implementadas de forma integrada entre diversos setores: meio ambiente, energia, agricultura/desenvolvimento agrário, ciência, tecnologia e inovação. Segundo Bley Jr. (2014), além de um sistema regulatório que valorize tais recursos, é necessário normatizar os processos de produção e utilização. Para promover o desenvolvimento do biogás, destaca-se: 1. estudo de cenários que apoiem as futuras decisões; 2. planos setoriais para redução das emissões; 3. estabelecimento de metas para a economia de baixo carbono no setor agrícola; 4. adequação da tecnologia às condições regionais e ao nível de instrução dos usuários; 5. assistência técnica; 6. estudos de viabilidade; e 7. financiamentos para a construção de casos demonstrativos (SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE BIOGÁS, 2014).

Nesse contexto, o Projeto de Cooperação Técnica Brasil X Alemanha PROBIOGÁS tem como objetivo ampliar o aproveitamento energético do biogás no Brasil em saneamento básico e iniciativas agropecuárias, trabalhando em duas áreas temáticas – águas residuais e resíduos sólidos, através da promoção de estudos sobre modelos de negócio para viabilizar o aproveitamento de biogás no Brasil/levantamento de barreiras e matriz tecnológica (em parceria com a EPE) (BRASIL, 2016). Isso só é possível com o apoio de brasileiros qualificados para atuarem no mercado local e, diante disso, investe em cursos e capacitações nacionais, já tendo capacitado mais de 300 pessoas em áreas diversas relacionadas ao biogás, como nas áreas ambientais, de infraestrutura e de segurança.

A implementação de projetos de aproveitamento energético de biogás pode trazer inúmeras vantagens ambientais, como, por exemplo, a mitigação de efeito estufa, o aproveitamento de resíduos sólidos e líquidos, além das vantagens energéticas como fonte renovável e eficiente de geração de energia.

3.2 SETOR SUCROENERGÉTICO

Segundo o Balanço Energético do Paraná (BEP), em 2009, o setor sucroalcooleiro participou com 20% da oferta total de energia no Paraná (BRUSTOLIN, 2010), além da produção de 1.471 m³ de etanol em 2013 (ANP, 2015). O setor é autossuficiente em energia, gerando, em 2013, 1.258 MWh de eletricidade, sendo que, deste total, 590 MWh foram comercializados (ALCOPAR, 2014). Conforme a resolução da SEMA nº 076 (2010), a partir de dezembro de 2015 a queima controlada nos canais deverá ser gradativamente substituída pela colheita mecanizada, o que irá resultar em ainda maior disponibilidade de matéria-prima para a geração de energia. Vale destacar a complementaridade entre a produção de energia a partir da hidroeletricidade e da cana-de-açúcar. No Paraná, a colheita da cana concentra-se nos meses de abril a novembro, período este em que há uma redução no nível dos reservatórios das hidrelétricas. Assim, o aproveitamento do potencial total de geração de energia elétrica pelo setor sucroenergético paranaense viria a contribuir com a segurança energética.

Além de produzir energia elétrica, essa biomassa residual pode ser transformada em etanol, por meio de enzimas que transformam a celulose em açúcar. Esse processo já é tecnicamente viável e está em fase de desenvolvimento, para que seja economicamente viável em escala industrial. Diante disso, as principais ações para a otimização da geração de energia pelo setor sucroalcooleiro no Paraná, segundo a Alcopar, são: a) construção do poliduto Maringá-Paranaguá e estruturação da malha viária; b) garantia de carga tributária compatível com a de outros estados; c) compromisso com a preservação ambiental, dotando o Estado de recursos necessários para a implementação do Protocolo Agroambiental (26 de março de 2010), para adequar os processos produtivos; e d) investimento em pesquisa visando à melhoria da produtividade da cana-de-açúcar.

Todavia, o aumento da oferta de energia a partir da biomassa residual (bagaço, palha e pontas) está ainda condicionado às seguintes ações: a) melhoria das condições dos leilões no que se refere à bioeletricidade, equiparando essa fonte de energia a outras, como a eólica; b) investimentos para a substituição das caldeiras (*retrofit*) e em projetos de cogeração; e c) investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de produção de etanol celulósico e na determinação das quantidades de palha a serem deixadas no solo, de acordo com as diferentes regiões edafoclimáticas (relativas aos solos e clima), de forma a não se comprometer a sustentabilidade da produção.

3.3 BIODIESEL

Em 2013, o Paraná produziu cerca de 7% da produção nacional de biodiesel, quatro usinas autorizadas para a geração desse recurso, totalizando uma capacidade instalada de 330.900m³/ano e uma fabricação em torno de 66% da capacidade total disponível.

A matéria-prima representa entre 80% e 85% do custo da produção de biodiesel. No Paraná, a soja é a principal matéria-prima utilizada para a produção de biodiesel, seguida do sebo bovino. No entanto, para a sustentabilidade ou aumento da produção de biodiesel, deve-se considerar dois aspectos. O primeiro é que a soja constitui uma *commodity*, sujeita a oscilações de preço no mercado internacional, enquanto o preço do biodiesel é regulado no mercado interno. Assim, o aumento no preço da soja tem um impacto direto na redução das margens de lucro dos produtores de biodiesel. Apesar de existirem alternativas de uso, a viabilização da soja depende do desenvolvimento de toda a cadeia produtiva, incluindo a disponibilidade de sementes e o conhecimento das tecnologias de produção. Isso demanda várias ações em toda a cadeia, a saber: estruturação da produção de sementes, pesquisa e assistência técnica, bem como estudo da utilização do coproduto gerado a partir da extração do óleo.

Outro ponto que limita a diversificação das matérias-primas para a produção de biodiesel são os mercados alternativos ao óleo, como a indústria alimentícia e a ricinoquímica, que pagam preços maiores que os praticados em torno da produção de biodiesel (RIBEIRO; RAIHER, 2013). Óleos residuais, como o óleo de fritura e a graxa industrial ácida, podem também ser utilizados; porém, em função da presença

de ácidos graxos livres, o uso nos atuais processos industriais de biodiesel implica encarecimento, pela necessidade de tratamentos prévios à transesterificação.

Considere-se ainda que a produção de biodiesel gera uma grande quantidade de glicerol, o que pode representar um passivo ambiental, necessitando-se de investimentos em pesquisas, como a desenvolvida pela USP (SÃO PAULO, 2016), que já identificou oportunidades de agregação de valor a partir da utilização econômica desse subproduto.

3.4 BIOMASSA FLORESTAL

Dados do BEP mostram que, em 2009, o consumo de lenha e de resíduos da madeira correspondeu a 18,2% de todo o uso global de energia primária de fontes renováveis, equivalente a 3.222 mil tEP (BRUSTOLIN, 2010). Observou-se também a crescente participação dos resíduos de madeira em substituição à lenha.

Segundo levantamento do Departamento de Economia Rural (PARANÁ, 2015), os produtos florestais contribuíram com 5,7% do Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) da agropecuária, o equivalente a R\$ 3,96 bilhões. A área destinada ao plantio florestal foi de aproximadamente 1,5 milhão de hectares, sendo 58% de pinus e 42% de eucalipto, ocupando aproximadamente 7% do solo paranaense. A maior concentração dos plantios florestais ocorre na região de Ponta Grossa, seguida por Curitiba, Guarapuava, União da Vitória e Irati, que são os núcleos regionais de maior expressão na produção do Estado. A fabricação de lenha, por sua vez, é distribuída por todo o território paranaense, exceto nos núcleos regionais de Londrina e Paranaguá (GONÇALVES et al., 2013).

A maior parte (79,18%) da madeira produzida no Paraná é consumida para produção de energia, na forma de lenha ou cavaco, o que equivale a uma demanda de 3.178.711,5m³. A lenha é empregada, por exemplo, na agricultura (em processos de secagem de grãos) e na pecuária (aquecimento de aviários), porém a demanda ocorre também em setores como panificadoras e pizzarias, indústrias de alimentos, fábricas de cimento e outros. Um levantamento realizado pelo Departamento de Florestas plantadas da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SEAB) estimou um déficit de eucalipto em 218 municípios paranaenses.

Nesse contexto, sugerem-se algumas ações para o aumento da biomassa florestal: 1. incremento da área cultivada com florestas, estimulando o plantio em espaços descentralizados, utilizando o conceito de Terras de Vocação Florestal (TVF); 2. aumento da produtividade dos cultivos florestais, aplicando-se um manejo dedicado à produção de biomassa para fins energéticos e à escolha de espécies adequadas para cada área; 3. aumento da eficiência das tecnologias de conversão de biomassa em energia; 4. estímulo à industrialização da biomassa florestal em cavacos, briquetes e *pellets*; e 5. implantação de projetos de cogeração de energia de biomassa em usinas termelétricas.

4 ENERGIA SOLAR

Com o objetivo de descongestionar os sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, tem-se dado ênfase à geração distribuída, instalada ao longo dos alimentadores da rede, de modo a fornecer energia elétrica próxima ao ponto de consumo. Isso contribui para a diminuição das perdas energéticas, com destaque aos projetos de alguns países na Europa, como Alemanha, Itália e Espanha, onde um número muito significativo de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFVCR) já foram e continuam sendo implantados (TIEPOLO et al., 2012).

Na Europa, grande parte dos investimentos em SFVCR acontece graças às políticas públicas de incentivos adotados, enquanto no Brasil os investimentos ficaram restritos durante muitos anos à iniciativa de universidades e de centros de pesquisa. O surgimento de projetos relevantes de SFVCR no Brasil efetivamente se deu a partir de duas iniciativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Em primeiro lugar, com a publicação da Chamada nº 13/2011 - Projeto Estratégico: "Arranjos técnicos e comerciais para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira" (ANEEL, 2011). Num segundo momento, com a Resolução Normativa 482/2012, que regulamenta e permite aos consumidores de eletricidade gerar parte ou toda a energia elétrica que consomem. No caso dos SFVCR, isso ocorre por meio do sistema de compensação energética, também chamado de *net metering* (ANEEL, 2011, 2012).

Quanto ao Estado do Paraná, mais de 90% da energia elétrica gerada no Estado provém das hidroelétricas, devido à grande bacia hidrográfica ali existente. Entretanto, a sua expansão na matriz elétrica é cada vez menor devido às pressões da sociedade e entidades públicas e ambientais quanto à instalação de novas usinas, e em função de que muito deste potencial hídrico já foi explorado (TIEPOLO et al., 2014b).

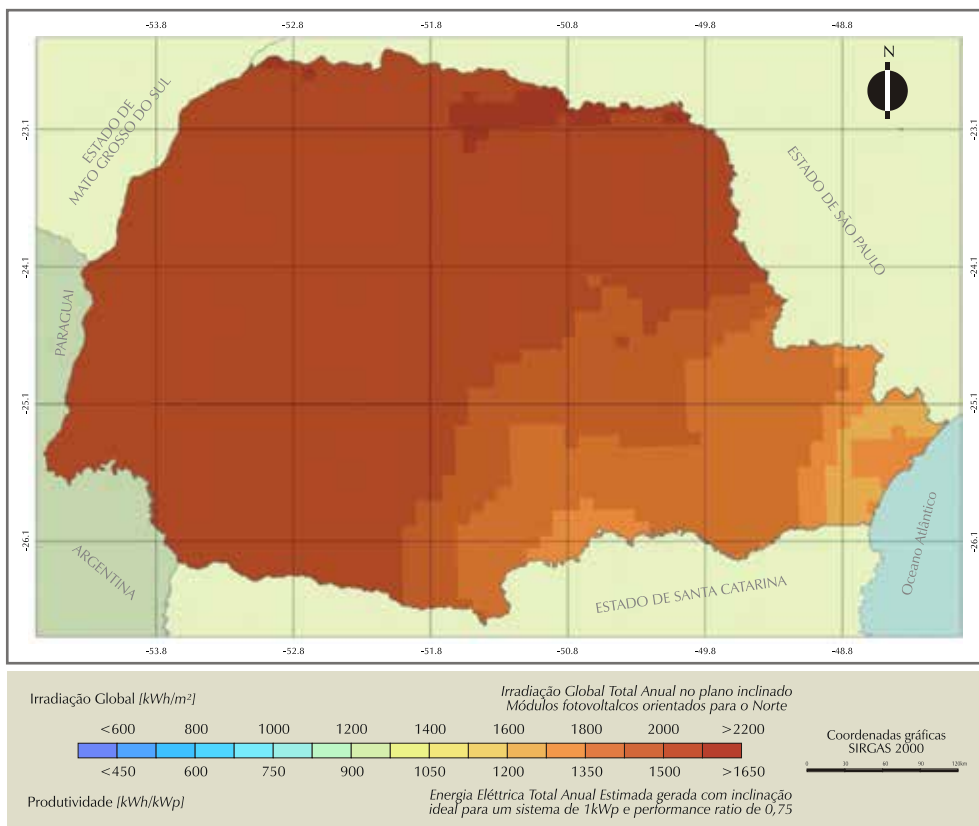
Neste cenário, a dependência da geração de energia elétrica por praticamente uma única fonte como a hídrica é de grande risco, dada a possibilidade de ocorrer chuvas insuficientes para manter os reservatórios em níveis elevados, necessitando o Estado de investimentos em fontes como a solar fotovoltaica, em que poucos estudos e aplicações foram realizados até o momento.

O Paraná tem um potencial excelente para geração de energia elétrica por fonte solar fotovoltaica, muito superior à Alemanha (país com a maior capacidade instalada global), como também maior que a Itália e a Espanha (TIEPOLO et al., 2014a). A figura 1, a seguir, mostra o Mapa Fotovoltaico do Estado do Paraná – Total Anual, e a figura 2 apresenta uma comparação do Mapa Fotovoltaico do Paraná com a Alemanha, a Itália e a Espanha.

A escala utilizada na geração do Mapa Fotovoltaico do Estado foi a mesma empregada pela Comissão Europeia, o que possibilita uma comparação real e direta entre o mapa desenvolvido para o Paraná e aquele de toda a Europa, conforme apresentado na figura 2. Na parte superior da escala tem-se a irradiação total anual no plano inclinado, enquanto na parte inferior aparece a respectiva produtividade, ou seja, a quantidade de energia elétrica que pode ser gerada por um SFVCR em

condições ideais (orientado para o Norte Geográfico e inclinação igual à latitude do local), para uma taxa de desempenho de 75%. Os dados de irradiação do Estado do Paraná foram obtidos no Atlas Brasileiro de Energia Solar (ANEEL, 2008).

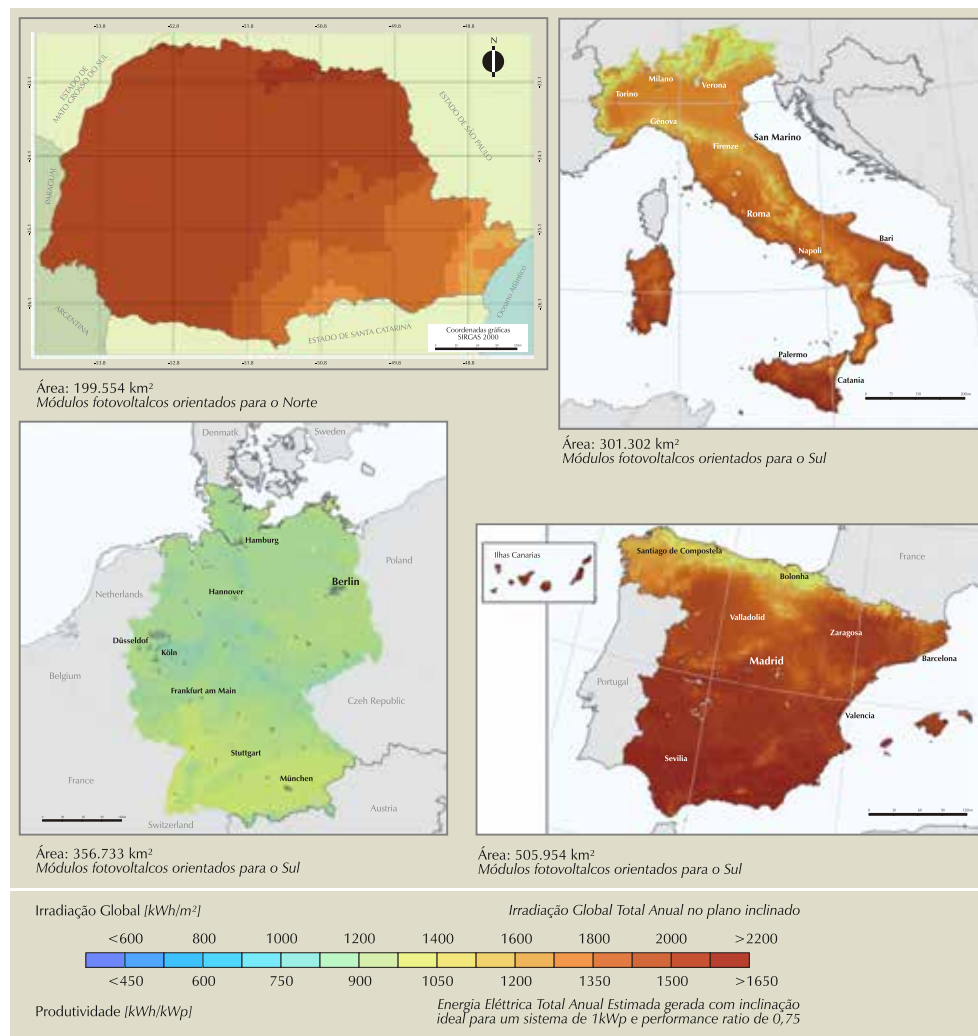
FIGURA 1 - MAPA FOTOVOLTAICO DO ESTADO DO PARANÁ - VALORES DE IRRADIAÇÃO E DE PRODUTIVIDADE NO PLANO INCLINADO PARA TD 0,75 - TOTAL ANUAL



FONTE: TIEPOLO et al. (2014a)

Ao se comparar a Produtividade Estimada Total Anual apresentada pelo Paraná e pelos três países europeus (ver figura 2), pode-se verificar que, em média, o valor encontrado no Estado é cerca de 60% superior ao da Alemanha, em torno de 14% superior ao da Itália e similar ao encontrado na Espanha, o que demonstra o grande potencial disponível em território paranaense. Assim, constata-se a necessidade de investimentos nessa fonte extremamente promissora e de grande importância para o Paraná e o Brasil, de forma a complementar a matriz elétrica atual.

FIGURA 2 - MAPAS FOTOVOLTAICOS DO ESTADO DO PARANÁ, ALEMANHA, ITÁLIA E ESPANHA - VALORES DE IRRADIAÇÃO E DE PRODUTIVIDADE NO PLANO INCLINADO PARA TD 0,75 - TOTAL ANUAL



FONTE: TIEPOLO et al. (2014a)

5 ENERGIA EÓLICA

O potencial eólico no Estado do Paraná é expressivo e poderia ser mais pesquisado e incentivado. Um exemplo positivo pode ser dado com o projeto Ventar, cujo objetivo foi a identificação do potencial eólico da região Município de Palmas, ao sul do Estado do Paraná. O projeto se deu através das medições de vento realizadas a partir de 1995, coordenado pela Copel. A região selecionada para a usina é composta de campos naturais de grande altitude, onde sua implantação não impediu a continuidade das atividades agropastoris que ali vinham sendo desenvolvidas historicamente.

O parque eólico do Palmas é emblemático por ser o primeiro a produzir energia por meio do vento na Região Sul, em operação desde 1999 (ABEEOLICA, 2015). Inicialmente, o parque instalado contava com 2.5 MW de potência instalada, devendo chegar a 6.7 MW em 2016 (COPEL, 2016).

Exemplos positivos de vontade governamental deste tipo (já que o projeto foi coordenado pela COPEL) deveriam ser estendidos a outras regiões do Estado.

6 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O tema Eficiência Energética é transversal aos assuntos tratados anteriormente. O Plano Nacional de Energia 2030 (PNE, 2030) destaca a necessidade de se estabelecer um sistema integrado de informação sobre Eficiência Energética no Brasil, além da elaboração de novos estudos sobre o tema, em suas mais diversas esferas, governamental, agentes privados, academia e sociedade em geral. De acordo com o *International Energy Outlook - IEO* (EIA, 2010), o crescimento no consumo de energia é de 2,4% a.a. (entre 2007 e 2035), o que implica o aumento da demanda de energia do País em 185,79% (2035) de 220.711 milhões para 410.060 milhões de tep (BERS, 2011). Investimentos em projetos nesta área são de grande relevância para o Sistema Energético, nos quais equipamentos e hábitos de consumo são analisados em termos da conservação da energia. Cada real investido na redução de consumo representa a respectiva redução na necessidade de geração e distribuição. O custo de implantação é menor do que o custo de produzir ou adquirir a energia cujo consumo é evitado.

Segundo dados da EPE no BEN 2012, PDE 2022, considerando a demanda projetada para 2022 e como unidade de medida comum a Tonelada Equivalente de Petróleo (tep), a eficiência energética poderá contribuir para o atendimento da demanda energética entre 2013 e 2022 com o equivalente a 22,6 Mtep (11,4%) e, em termos de energia elétrica, correspondendo a 4,1 Mtep (9,0%), muito próximo das fontes renováveis biomassa (14,9%) e eólica (13,6%).

De modo inequívoco, a eficiência energética tem papel importante no atendimento aos requisitos da demanda por energia, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e do montante de energia efetivamente consumido, na possibilidade de melhor avaliação dos investimentos para expansão do sistema de geração e, conseqüentemente, maior segurança no fornecimento de energia. Neste sentido, é importante a manutenção e aprimoramento de programas com o Programa Nacional de Eficiência Energética (PROCEL), Programa de Racionalização do uso dos derivados do petróleo e gás natural (CONPET), apoio a Projetos de Eficiência Energética (PROESCO), além do aumento nos leilões de Eficiência Energética e a Certificação de Projetos nesta área.

7 CONCLUSÕES: carta aberta à sociedade paranaense

Planeja-se o futuro com uso, geração e distribuição de energia. Notadamente, uma transformação vem ocorrendo e aponta na direção das redes elétricas inteligentes, da geração distribuída por fontes renováveis e das cidades inteligentes.

A influência humana no sistema climático constitui um fato. Se o desejo é limitar as consequências danosas das mudanças climáticas, são necessárias reduções substanciais e sustentáveis nas emissões dos gases de efeito estufa. A intensificação das discussões nos organismos das Nações Unidas tem chamado a atenção para que a sociedade perceba os sinais. As ofertas de novas tecnologias em energias renováveis são fartas. Ciente da rápida e crescente revolução tecnológica em energia, merecedora de extrema atenção, é igualmente fundamental que se reavalie o uso das fontes energéticas convencionais, primárias e secundárias, de maneira a entender as melhores opções de exploração e de uso dentro de um planejamento estratégico de médio e de longo prazo.

Intervenções no setor energético são lentas e tomadas de decisão tardias têm efeito nocivo para o desenvolvimento industrial e social. É preciso, pois, planejar com antecedência e executar dentro de um plano exequível. A crise atual de energia elétrica propicia a reflexão. É necessário reavaliar a matriz energética periodicamente e estimular o uso de novas fontes de geração de energia, as quais dominam a atenção mundial, especialmente aquelas chamadas de “limpas”.

O crescimento econômico e social é desejado e, nesse cenário, a tendência inexorável será de aumento da demanda por energia, tornando necessário que a eficiência energética seja estimulada.

A história das iniciativas na área tem mostrado o protagonismo do Paraná, vibrante e inovador. No entanto, o Estado não tem ainda uma Secretaria de Energia, fato que o enfraquece politicamente em tema de tamanha importância e, certamente, essa é uma mudança de cenário de atuação que se impõe para um posicionamento energético estadual. Isso posto, constata-se que o Estado do Paraná necessita urgentemente de um planejamento energético, que discuta e defina políticas públicas bem como os meios para implementá-las.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, ANEEL, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Banco de informações de geração**. 2015. Disponível em: <<http://goo.gl/FlixYP>>. Acesso em: 9 mar. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Chamada nº 13/2011 - Projeto Estratégico**: arranjos técnicos e comerciais para inserção da geração solar fotovoltaica na matriz energética brasileira. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/PeD_2011-ChamadaPE13-2011.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Regulamentação para energia solar fotovoltaica**. 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=5457&id_area=90>. Acesso em: 9 abr. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP). 2015. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>. Acesso em: 9 mar. 2015.

AGÊNCIA SENADO. 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/2jBK8u>>. Acesso em: 9 ago. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). 2015. Disponível em: <http://goo.gl/R0VQzM>. Acesso em: 3 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO DE PRODUTORES DE BIOENERGIA DO ESTADO DO PARANÁ (ALCOPAR). **Estatísticas**. 2014. Disponível em: <http://www.alcopar.org.br/estatisticas/hist_prod_pr.php>. Acesso em: 5 mar. 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU). Os caminhos para uma nova matriz energética na mobilidade urbana do Brasil. **Revista da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos**, Brasília, ano 2, n.12, p.21-24, nov./dez. 2014.

BALANÇO ENERGÉTICO DO RIO GRANDE DO SUL. (BERS). **CEEE**. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/archives/BERS2012/Balanco_Energetico_RS_2011-base_2010.pdf>. Acesso em: 3 maio 2016.

BLEY JÚNIOR, C. **Biogás: a energia invisível**. São Paulo: Ed. Abril; Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2014.

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Probiogás: barreiras e propostas de soluções para o mercado de biogás no Brasil**. Brasília : Ministério das Cidades, 2016. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/probiogas/Barreiras-Mercado-Biogas.pdf>>. Acesso em: 3 maio 2016.

BRUSTOLIN, R. (Coord.). **Balanco energético do Paraná, 1980/2009**. Companhia Paranaense de Energia. Curitiba: Copel, 2010.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA ELÉTRICA (COPEL). 2016. Disponível em: <www.copel.com>. Acesso em: 3 maio 2016.

DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS – UNITED NATIONS (DESA-UN). **World urbanization prospects, the 2014 revision - highlights**. New York: United Nations, 2014.

DUNN, J.A. Automobile fuel efficiency policy: beyond the CAFE controversy. In: REPETTO, Robert (Ed.). **Punctuated equilibrium and the dynamics of U.S. environmental policy**, 2006.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA DO MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (EPE). **Relatório síntese do balanço energético nacional: ano base 2013**. Brasília: Publicação do MME, 2014.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION U.S. (EIA). **International Energy Outlook 2010**. Disponível em: <[http://www.eia.gov/forecasts/archive/ieo10/pdf/0484\(2010\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/archive/ieo10/pdf/0484(2010).pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2015.

GONÇALVES, R. V. et al. **Levantamento dos consumidores de madeira**: primeira aproximação. Curitiba: SEAB/Departamento de Florestas Plantadas, 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/mbr9jV>>. Acesso em: 25 fev. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 5 mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PNAD 2012**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2012/default_sintese.shtm>. Acesso em: 5 mar. 2015.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). 2014. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/>>. Acesso em: 5 mar. 2015.

KELMAN, R. Os maiores do mercado eólico. **Revista Brasil Energia**, mar. 2015. Disponível em: <<http://brasilenergia.editorabrasilenergia.com/edicao/os-maiores-do-mercado-eolico.html>>. Acesso em: 19 mar. 2015.

ONU-HABITAT. **Estado de las Ciudades de América Latina y el Caribe**: rumbo a una nueva transición urbana. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, Nairobi, Kenya, 2012.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e Desenvolvimento; Departamento de Economia Rural. 2015. Disponível em: <<http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=74>>. Acesso em: 5 mar. 2015.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento; Departamento de Economia Rural. **Conjuntura agropecuária 2014/2015**: produtos florestais. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/produtos_florestais_2014_2015.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2015.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução n.76 SEMA, de 20 de dezembro de 2010. Dispõe sobre eliminação gradativa da despalha de cana-de-açúcar através da queima controlada e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Paraná**, Curitiba, 22 dez. 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/Ghl8oq>>. Acesso em: 5 mar. 2015.

Ribeiro, M. F. S; Raiher, A. P. Potentialities of energy generation from waste and feedstock produced by the agricultural sector in Brazil: the case of the State of Paraná. **Energy Policy**, v.60, p.208-216, 2013.

SÃO PAULO. Glicerol é aposta da USP para gerar energia limpa. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo, v.126, n.25, de 11 de fev. 2016. Disponível em: <http://diariooficial.imprensaoficial.com.br/nav_v4/index.asp?c=4>. Acesso em: 15 fev. 2016.

SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE BIOGÁS. **Recomendações de políticas públicas para a América Latina e Caribe**. 2014. Disponível em: <<http://politicaspUBLICAS.cibiogas.org/?p=273>>. Acesso em: 9 mar. 2015.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). **Rotas estratégicas para o futuro da Indústria Paranaense**: roadmapping de energia. Curitiba, 2005.

TIEPOLO, G. et al. Comparação entre o potencial de geração fotovoltaica no Estado do Paraná com Alemanha, Itália e Espanha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA SOLAR, 5., 2014, **Anais...** Recife, 2014a.

TIEPOLO, G. et al. Fontes renováveis de energia e a influência no planejamento energético emergente no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 8., 2012, **Anais...** 2012.

TIEPOLO, G. et al. Estudo do potencial de participação das fontes renováveis de energia na matriz elétrica do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 9., 2014, **Anais...** Florianópolis, 2014b.