

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINA ROMERA BONADIO

**DEMANDA, RELEVÂNCIA E POSSIBILIDADES DA IMPLANTAÇÃO DE
ENERGIAS RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA PARANAENSE**

CURITIBA

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINA ROMERA BONADIO

**DEMANDA, RELEVÂNCIA E POSSIBILIDADES DA IMPLANTAÇÃO DE
ENERGIAS RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA PARANAENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Paraná como requisito para graduação.

Orientadora: Dra. Sigrid de Mendonça Andersen

CURITIBA

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

TERMO DE APROVAÇÃO DE PROJETO FINAL

CAROLINA ROMERA BONADIO

DEMANDA, RELEVÂNCIA E POSSIBILIDADES DA IMPLANTAÇÃO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NA INDÚSTRIA PARANAENSE

Projeto Final de Curso, aprovado como requisito parcial para a obtenção do Diploma de Bacharel em Engenharia Ambiental no Curso de Graduação em Engenharia Ambiental do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, com nota 100, pela seguinte banca examinadora:

Orientador(a):

Sigrid Mendonça Andersen
Departamento de Engenharia Ambiental / UFPR

Membro(a) 1:

Eduardo Felga Gobbi
Departamento de Engenharia Ambiental / UFPR

Membro(a) 2:

Carlos H. Coimbra
Departamento de Engenharias e Exatas SPA / UFPR

Curitiba, 05 de Dezembro de 2017

RESUMO

A produção de energia elétrica no Brasil é caracterizada pela predominância de usinas hidrelétricas, sendo as usinas termelétricas a primeira opção para completar a demanda. Esse cenário, que representa 80% da matriz elétrica do país, mostra a pouca diversidade na produção de energia. O comprometimento dos recursos naturais causados pela geração centralizada, e os riscos de depender fortemente de uma ou duas fontes, refletem a necessidade de repensar a geração de energia elétrica. Nesse contexto, setores das indústrias do Paraná foram colocados sobre a ótica de inserir fontes alternativas e renováveis, pois demandam muita energia e se mostraram bastante prejudicado com os custos desse recurso.

O presente trabalho utilizou de revisão bibliográfica, análise documental, entrevista e pesquisa exploratórias das políticas públicas, para identificar as vantagens, desvantagens, desafios, interesse e incentivos para o Setor Industrial do Paraná. Além disso, a Copel (Companhia Paranaense de Energia) e a Fiep (Federação das Indústrias do Paraná) foram importantes objetos de estudo para analisar o cenário paranaense. Dessa forma, foi possível identificar que havia interesse e possibilidades das indústrias explorarem energias renováveis direcionadas para a autoprodução e a compra de energia no Ambiente de Contratação Livre - ACL. A autoprodução mostrou bastante aceitação por meio da biomassa, principalmente para a agroindústria. De forma geral, os incentivos públicos aparentaram ser pouco efetivos para dar suporte aos investimentos e projetos de eficiência energética. O cenário para a pequena indústria foi mais pessimista, porque além de haver mais dificuldades em financiar a autoprodução, também enfrenta preços maiores no ACL. Por fim, também é discutida a questão ambiental dos impactos da geração de energia, a responsabilidade do consumidor e as incertezas em relação às políticas públicas para os próximos anos.

Palavras-chave: Energias Renováveis, Autoprodução, Mercado Livre, Setor industrial, Paraná.

ABSTRACT

The Brazilian electric power sector is characterized by the predominance of hydroelectric generation, and to complete the demand, thermoelectric generation is the first option. This scenario, which represents 80% of the energy matrix, shows non-diversity of electricity generation sources. The impairment of natural resources caused by centralized generation, and the risks of depending on only one or two sources, reflect the need to rethink that electricity generation system. In this context, industrial sectors from the State of Paraná were analyzed for the possibility of inserting alternative and renewable sources of electric power, because they demand a lot of energy and were shown to be quite damaged by the costs of this resource.

This paper uses bibliographic review, documentary analysis, interview and exploratory research of public policies, to identify the advantages, disadvantages, challenges, interest and incentives for the Industrial Sector of Paraná. In addition, Copel (Energy Company from Paraná) and Fiep (Federation of Industries from Paraná) were important objects of study to analyze the scenario of that State. In this way, it was possible to identify that there was interest and possibilities to explore renewable energy sources by self-generation and by migration to the free market. Self-generation showed great acceptance through biomass, mainly for agroindustry. In general, public policies of incentives showed to be ineffective in supporting investments and energy efficiency projects. The small scale industries have more difficulties in financing self-production, besides the prices in the free market are higher. Also, this paper approached the environmental issues of electricity production, consumer responsibilities and uncertainties in public policies for the coming years.

Keywords: Renewable Sources, self-generation, Industrial Sector, Paraná, Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Média do consumo global de energia por fonte em 2015	12
Figura 2 – Gráfico com a porcentagem de emissões globais de Gases do Efeito Estufa - GEE por setores da economia em 2010	13
Figura 3 - Cenário brasileiro para emissões de Gases do Efeito Estufa em 2016 por fonte (à esquerda) e capacidade instalada de produção de energia elétrica por fontes em 2016 (à direita)..	14
Figura 4 - Cenário paranaense das emissões de Gases do Efeito Estufa por fonte (à esquerda) e capacidade instalada de produção de energia elétrica por fontes (à direita), ambos para 2016	14
Figura 5 - Composição do PIB do Paraná em 2013	21
Figura 6 - Setores industriais com maior produção em bilhões de reais (R\$)	22
Figura 7 - Setores industriais com maior número de estabelecimentos no Paraná... ..	23
Figura 8 - Setores industriais com maior participação nos custos da produção em porcentagem.	23
Figura 9 - Consumo de energia elétrica, por setor, no Paraná, no ano de 2015.	27
Figura 10: Composição tarifária do preço da energia elétrica. O gráfico mostra a participação dos encargos setoriais da Copel, dos impostos e tributos estaduais (Paraná) e Federais, e os serviços de GTD. Fonte: Energisa (2017).....	28
Figura 11 - Fluxograma com os agentes envolvidos no Ambiente de Contratação Livre	41
Figura 12 - Número de consumidores do Mercado Livre classificados em Livre e Especial, em outubro de 2016.....	43
Figura 13 - Crescimento do número de Consumidores Especiais no CCEE, por ano, de 2008 a 2016	43
Figura 14 - Porcentagem do consumo industrial de energia elétrica no Ambiente de Contratação Livre - ACL, por ano de 2004 a 2016	44

Figura 15 - Comparação entre Indústria e Consumidor Livre Industrial em relação ao número de unidades consumidoras e o consumo de energia (MWh) no Paraná, em 2016.	45
Figura 16 - Participação por fonte na Autoprodução de eletricidade no setor industrial brasileiro em 2016.....	51
Figura 17 - Painéis fotovoltaicos em prédio da fábrica da empresa de cosméticos Boticário, em São José dos Pinhais - PR.....	53

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Classificação dos consumidores do Mercado Livre em Especial e Livre de acordo com as condições de carga e tensão mínima, data de ligação e fonte de energia, como disposto na Resolução nº 247/2006 da ANEEL.....42
- Tabela 2 - Capacidade instalada de autoprodutores (APE) de energia hidráulica e térmica convencional (em megawatts) em alguns setores industriais do Paraná.47
- Tabela 3 - Faixa de potência para classificar empreendimentos de geração de energia hidráulica, segundo Resolução Aneel N° 673 de 2015.....52

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1 - Setores da Indústria Extrativista e da Indústria de Transformação21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIAPE - Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia

ACL - Consumo no Ambiente de Contratação Livre

ACR - Ambiente de Contratação Regulada

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APE - Autoprodutores de Energia Elétrica

BRDE - Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CDE - Conta de Desenvolvimento Energético

CGH - Centrais de Geração Hidrelétrica

CIBiogás - Centro Internacional de Energias Renováveis

COPEL – Companhia Paranaense de Energia

FIEP – Federação das Indústrias do Paraná

GEE – Gases do Efeito Estufa

GTD – Geração, Transmissão e Distribuição

ICMS - Imposto sobre Circulação de Bens e Serviços

PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas

PIS/Confins – Programa de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público

PROEÓLICA - Programa Emergencial de Energia Eólica

ProGD - Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

Reidi - Regime Especial de Incentivos para o desenvolvimento da Infraestrutura

SIN - Sistema Interligado Nacional

TE – Tarifa de Energia

TUSD/TUST - Tarifas de Uso dos Sistemas de Distribuição e de Transmissão

UHE - Usina Hidrelétrica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS E O FATOR AMBIENTAL.....	11
1.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS E O FATOR ECONÔMICO.....	15
1.3 OBJETIVOS.....	17
1.3.1 Objetivos gerais.....	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 O SETOR PRODUTIVO E INDUSTRIAL DO PARANÁ.....	18
1.4.1 Desenvolvimento e Energia.....	18
1.4.2 O cenário atual e o setor Industrial.....	20
2 METODOLOGIA	25
3 DIAGNÓSTICO DO CONSUMO E CUSTO DA ENERGIA PELAS INDÚSTRIAS DO PARANÁ	27
4 O INTERESSE DAS INDÚSTRIAS E O PAPEL DA FIEP	30
5 POLÍTICAS PÚBLICAS, INCENTIVOS FISCAIS E LEGISLAÇÕES ESTADUAIS E NACIONAIS	33
5.1 LEIS E PROGRAMAS NACIONAIS.....	33
5.2 REGULAMENTAÇÕES DA AUTOPRODUÇÃO.....	35
5.3 PROGRAMA PARANAENSE DE ENERGIAS RENOVÁVEIS – “ILUMINANDO O FUTURO”	37
6 DISCUSSÃO E RESULTADOS	39
6.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS E O MERCADO LIVRE.....	40
6.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS E A AUTOPRODUÇÃO.....	46
6.3 AÇÕES E VISÕES DA FIEP E COPEL.....	54
6.3.1 Fiep.....	54
6.3.2 Copel.....	56
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS E O FATOR AMBIENTAL

O modo de vida e o sistema econômico atual se desenvolveram sobre alguns pilares, como a produção industrial em massa, o consumo exacerbado de bens e o uso de combustíveis fósseis. Desde os primórdios da humanidade, houve aproveitamento das energias da natureza para realizar algumas atividades, como a força do vento que permitia a navegação ou a força de animais para o trabalho. Mas, foi a partir da revolução industrial no século XIX, com o advento da máquina a vapor, que ocorreram muitas transformações nessa relação entre o homem e as forças da natureza. Começou com o uso do carvão e, em seguida, com a descoberta de outros combustíveis fósseis, principalmente o petróleo com suas vastas aplicações. Dessa forma, outras formas de energia, mecânica, calor e iluminação, foram usadas em novos patamares, de forma que moldaram a sociedade como a conhecemos hoje. Ainda utilizamos combustíveis fósseis como fonte de energia e matéria prima, e somos, em muitos aspectos, dependentes destes.

No século XX, o urânio também começou a ser usado na produção de energia nuclear. Apesar de ser uma alternativa menos poluente por consumir menos matéria-prima e não emitir gases do efeito estufa, ainda sim compreende um risco grande já que um único acidente pode ter dimensão catastrófica.

A preocupação com o esgotamento e dificuldade de acesso dessas matérias-primas limitadas, portanto não-renováveis, e em menor escala, a preocupação com o impacto ambiental gerado, fez surgir a aplicação de novas técnicas de geração de energia. Isso se deu, principalmente, a partir da década de 70 com crises no setor petrolífero. Nessa época, as nações produtoras de petróleo começaram a regular a exploração e o comércio por conta de sua natureza não renovável, além de eclodirem diversos conflitos internacionais marcados por guerras e interesses econômicos. O valor do barril chegou a mais que triplicar em períodos curtos de tempo. Portanto, essas novas técnicas procuravam fontes renováveis para a produção de energia, sendo as principais: hidrelétrica, biomassa, fotovoltaica ou solar, eólica, geotérmica, marítima e biocombustível.

A Figura 1 mostra a média do consumo de energia no mundo por fontes, em 2015. Dessas, 86% vem de combustíveis fósseis, e apenas 9,6% são provenientes de fontes renováveis.

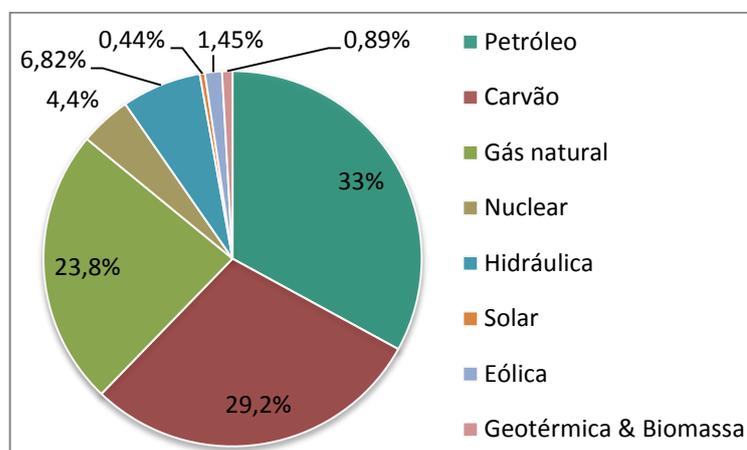


Figura 1 - Média do consumo global de energia por fonte em 2015. Fonte: Spencer Dale (2016)

Foram, então, pouco mais de cem anos desde o uso em grande escala dessas fontes não-renováveis de energia. Apenas nesse curto período é notável o impacto ambiental que esse tipo de atividade tem causado: poluição atmosférica que levou ao aumento de doenças respiratórias, de pele, e índices de câncer, causando chuva ácida e *smog*; poluentes lançados em corpos d'água, vazamento de petróleo, destruição da vida marinha; mineração de matéria-prima que levou a perda de habitat, desmatamento, erosão; acidentes em usinas nucleares; a queima de combustíveis fósseis que leva a emissão de gases de efeito estufa e, conseqüentemente, ao aquecimento global. Esses são alguns dos impactos gerados pelo uso dessas fontes não-renováveis.

O gás carbônico (CO₂) ajuda a manter a temperatura do planeta adequada através do processo natural e necessário do efeito estufa. O problema, portanto, não é o mecanismo natural em si, mas a interferência humana. O volume extra de CO₂ e de outros Gases do Efeito Estufa (GEE), como o metano (CH₄) e o monóxido de nitrogênio (NO), engrossou a camada, de forma que a temperatura passou a subir perigosamente. Um planeta mais quente desequilibra o ultrasensível sistema climático da Terra. Como consequência, o gelo dos polos derrete e eleva o nível médio dos oceanos, ameaçando populações costeiras; tempestades se tornam mais frequentes, intensas e perigosas, assim como ondas de frio ou calor extremas;

biomas como a Amazônia são ameaçados pela alteração no sistema de chuvas. O impacto é maior para populações já vulneráveis, sofrendo impactos na produção de alimentos, fornecimento de água e moradia (GREENPEACE, 2008).

Observando as informações da figura 2, podemos ver que produção de energia é a principal causa das emissões de GEE. Comparando com a figura 1, é plausível ver o porquê disso: 86% da energia produzida é a partir de combustíveis fósseis que liberam monóxido de nitrogênio (NO) e, principalmente, dióxido de carbono (CO₂). A partir disso, é fácil constatar que a diminuição do uso de fontes não-renováveis e, logo, a substituição por fontes renováveis e mais limpas, é uma solução para diminuir a emissão dos GEE.

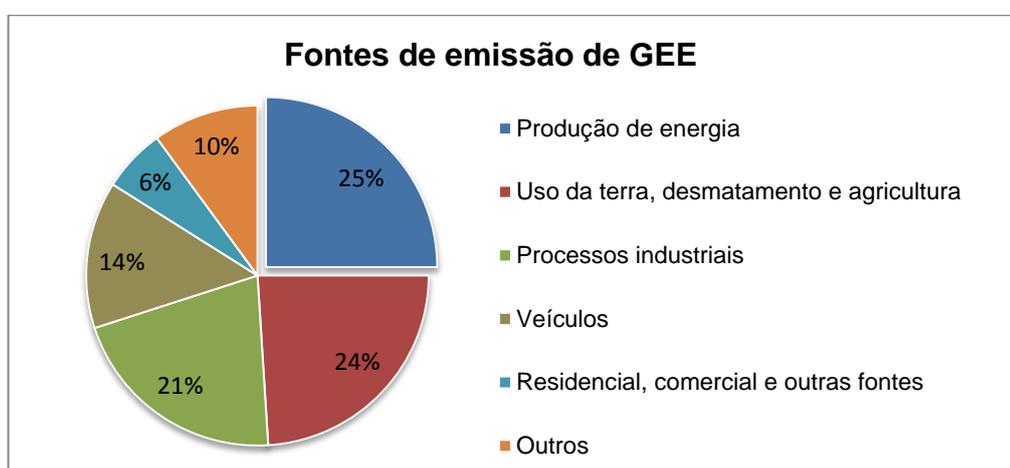


Figura 2 – Gráfico com a porcentagem de emissões globais de Gases do Efeito Estufa - GEE por setores da economia em 2010. Fonte: IPCC (2014)

No Brasil, esses cenários são consideravelmente diferentes da média global. A principal fonte de energia é a hidrelétrica, representando 64% da matriz energética (ANEEL, 2017a). Além disso, a maior emissão de GEE não é proveniente da produção de energia e de processos industriais, mas sim da mudança de uso da terra e florestas, equivalente a mais de 50% das emissões (figura 3).

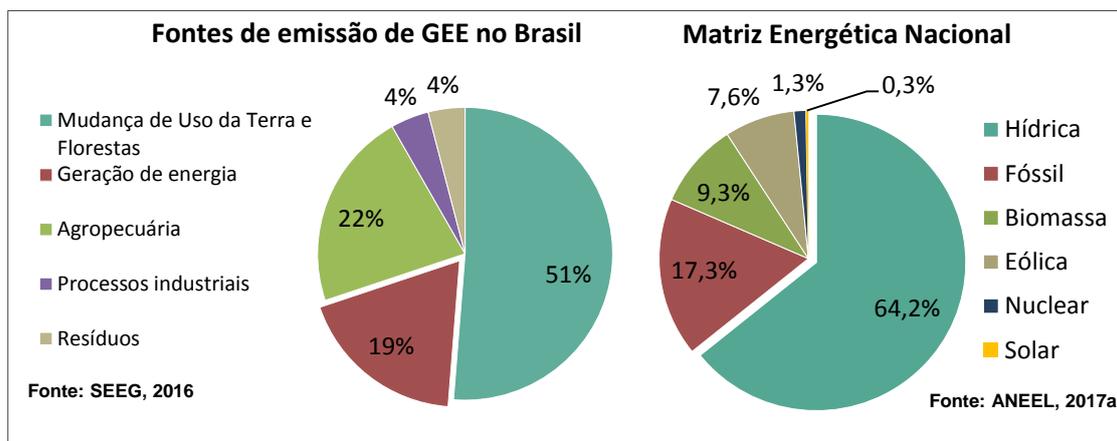


Figura 3 - Cenário brasileiro para emissões de Gases do Efeito Estufa em 2016 por fonte (à esquerda) e capacidade instalada de produção de energia elétrica por fontes em 2016 (à direita). Elaborado pela autora.

No Paraná, a participação das hidrelétricas é ainda maior que a média nacional, e as emissões de GEE são majoritariamente da atividade agropecuária (33%), sendo a produção de energia a terceira maior causa (25%), como mostram os gráficos das figuras 4.

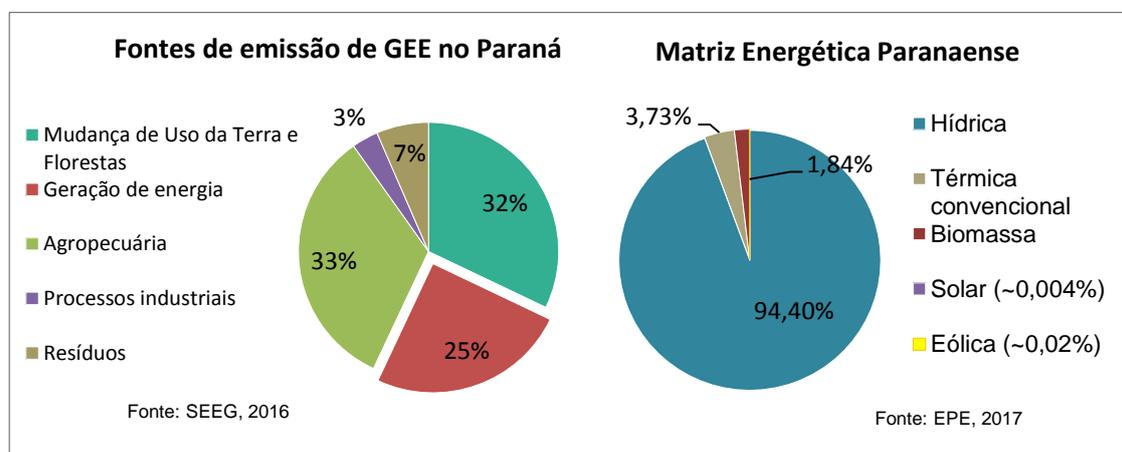


Figura 4 - Cenário paranaense das emissões de Gases do Efeito Estufa por fonte (à esquerda) e capacidade instalada de produção de energia elétrica por fontes (à direita), ambos para 2016. Elaborado pela autora.

Portanto, pode-se considerar que a energia produzida no Brasil, por ser essencialmente de uma fonte renovável, seja menos impactante ao meio ambiente. Porém, a própria produção de energia hidráulica é uma fonte emissora de GEE, sobretudo metano. Em alguns casos, elas podem emitir mais gases poluentes do

que as próprias termelétricas movidas a carvão mineral ou a gás natural. O gás é formado pela decomposição de matéria orgânica sob condições anóxicas no fundo dos reservatórios. Uma parte do metano é liberada por ebulição e difusão através da superfície do reservatório, enquanto a outra parte é liberada através da água que passa pelas turbinas e pelos vertedouros (PUEYO e FEARNNSIDE, 2011).

Isso quer dizer que as mudanças climáticas devem ser combatidas diretamente na fonte e compreenderem ações no mundo todo. Por meio de ações locais esse combate se torna mais acessível. Trazendo isso para a escala regional em questão, do estado do Paraná, temos as indústrias como o setor que mais consome energia elétrica do estado (ver figura 9). Logo, o uso de fontes alternativas de energia pelas indústrias se torna uma contribuição significativa para a diminuição de emissões de gases de efeito estufa.

O aquecimento global é um problema ambiental que está intimamente ligado à questão energética. Porém, seu combate causa muitos atritos internacionais pelo questionamento de frear o desenvolvimento econômico. Por isso, é aceitável dizer que as fontes renováveis representam o futuro da geração limpa de energia, levando em conta os avanços tecnológicos na área, e que o esgotamento de recursos naturais não-renováveis é inevitável. Nesse contexto, o presente trabalho permite elucidar aplicações viáveis dessas fontes na matriz energética do importante setor industrial paranaense, assim contribuindo diretamente ao combate de um problema ambiental tão complexo. Dessa forma, também vai ser possível discutir a possibilidade de obter uma produção industrial mais limpa, sem precisar, comprometer o desenvolvimento industrial de um país ou estado.

1.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS E O FATOR ECONÔMICO

As energias renováveis aplicadas dentro da indústria tem um lado econômico significativo, o que é atraente visto a atual crise econômica que o Brasil enfrenta. Estas podem levar a diminuição de gastos na conta de luz, atribuir vantagem competitiva para a empresa através do chamado “marketing verde” pelo uso de energia limpa, e até incrementar lucro com a venda de energia excedente.

Diversos fatores políticos, internos e externos, como ajuste fiscal, levaram o Brasil à crise econômica que eclodiu em 2015, afetando o comércio, a indústria, a oferta de empregos e o planejamento doméstico. Segundo uma pesquisa de Junho

de 2015 da Federação das Indústrias do Estado do Paraná - Fiep, 78,8% das empresas industriais paranaenses foram afetadas de alguma forma pelo cenário econômico desfavorável. Outras 14,4% acreditaram que sentiriam o impacto da crise até o fim daquele ano. A metodologia da pesquisa envolveu entrevistas com 1.002 empresas do estado de 29 segmentos diferentes. O próprio setor levantou quatro principais problemas que afetavam os lucros, e 93,8% dos entrevistados apontaram justamente que os elevados custos de energia constituíam um desses problemas. A pesquisa da Fiep levantou, ainda, quais eram os principais setores afetados pelo alto custo de energia, sendo, respectivamente, o de Madeira, Borracha e Plásticos, Eletricidade e Gás, Veículos e Carrocerias e Máquina e Equipamentos (SUSS, 2015).

Portanto, otimizar o recurso e reduzir gastos com o consumo de energia se torna especialmente importante no cenário atual. E é possível fazê-lo de diferentes formas: utilizando biomassa a partir de resíduos gerados na própria produção; aproveitando as instalações prediais e de áreas livres para instalar geradores eólicos ou construir parques eólicos fora da planta; instalar painéis fotovoltaicos para a captação de energia solar; ou mesmo otimizar o processo industrial para diminuir o consumo de energia elétrica. Tudo isso vai depender de fatores específicos do processo produtivo, do perfil de atividade e da demanda de energia. Nessa direção, algumas indústrias brasileiras já se adiantaram.

A empresa de cosméticos Bio Extratus instalou painéis fotovoltaicos em toda cobertura da fábrica de Alvinópolis, na região centro-leste do estado de Minas Gerais. O parque solar produz mais de dois mil módulos instalados que suprem 100% da demanda de energia elétrica (BIO EXTRATUS, 2016). A Honda Energy do Brasil, produtora de motocicletas, construiu um parque eólico no Rio Grande do Sul para gerar energia suficiente para atender toda a demanda da sua fábrica em Sumaré, interior de São Paulo. O parque eólico tem nove aerogeradores com capacidade total de 27MW (ESTADÃO, 2014).

A indústria que obtém outorga ou autorização para construir e explorar uma usina com o objetivo principal de consumir sua geração em seu processo produtivo é chamada de Autoprodutora, segundo definição da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. É um direito do Autoprodutor, poder vender a energia produzida que não consumiu, sob fiscalização e regularização da ANEEL e da Câmara de

Comercialização de Energia Elétrica – CCEE. Buneder, Camponogara e Pantaleão (2014) destacam outras vantagens associadas a autoprodução, como energia de emergência 24 horas por dia, aplainar picos de carga do sistema e conseguir reduzir os custos operacionais.

Além disso, promover uma produção mais ecologicamente correta mostra uma imagem interessante ao consumidor final. O marketing verde é visto como algo inovador que leva a empresa não apenas a garantir sobrevivência no mercado, mas também ajuda a mesma a adquirir vantagens diante das concorrentes, pois cresce uma força vinda do consumidor, que busca aderir aos produtos que detêm preocupação ecológica (FONSECA, 2008). A introdução de novos processos e tecnologias em relação a qualidade ambiental resultam no uso mais racional e produtivo de insumos, gerando margem de lucro nos custos de produção (BETTINI, 2011).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos gerais

O objetivo deste trabalho é identificar a demanda, a relevância (vantagens e desvantagens) e as possibilidades de inserir fontes alternativas e renováveis de energia elétrica em setores da indústria do Paraná.

1.3.2 Objetivos específicos

- Verificar o interesse de segmentos do setor industrial paranaense no desenvolvimento e uso de fontes energéticas renováveis, em especial pela via de autoprodução e através do Ambiente de Contratação Livre;
- Enumerar as vantagens e desvantagens na produção e utilização das energias renováveis no setor industrial com foco em fatores econômicos e ambientais;
- Diagnosticar quais fatores dificultam e motivam a implantação dessas fontes neste setor, compreendendo as políticas públicas existentes.

1.4 O SETOR PRODUTIVO E INDUSTRIAL DO PARANÁ

1.4.1 Desenvolvimento e Energia

No final da década de 1930, as atividades industriais do estado começam a se tornar um tanto mais expressivas, ligadas ao extrativismo e agricultura, com seus produtos destinados a abastecer a demanda de outros estados e países, pouco agregando valor ao comércio local. Os setores extrativistas de mate, madeira e principalmente o cafeeiro, eram os de maior expressão nesse despertar industrial do Paraná cujos produtos eram exportados majoritariamente para São Paulo, seguidos de outros estados do sudeste e para exportação. Vale ressaltar que esses setores ainda apresentavam tecnologias mais simples e rudimentares empregadas nos processos, sendo assim, uma produção de baixa escala.

Esse cenário se deu ainda até meados da década de 1960. Em 1959, a produção de alimentos representava 56,35% do valor da produção contra 17,15% da indústria da madeira (BRAGUETO, 1999). O Paraná vivia nessa época o auge do café, sua monocultura regia a economia e a sociedade.

A criação da Companhia de Desenvolvimento do Paraná – CODEPAR em 1962 e do Banco de Desenvolvimento do Paraná – BADEP em 1968, ajudaram o setor a sair da situação debilitada que se encontrava financiando novas indústrias e auxiliando através de instalações de infraestrutura. Houve um impulso considerável no setor, mas não de forma homogênea. Esse desenvolvimento se deu principalmente no Norte do Paraná e na região da capital Curitiba, cenário predominante até os dias atuais.

A agroindústria teve mudanças significativas na década de 1980. Este foi um período de consolidação da monocultura da soja já que, com uma grande geada em 1975, a produção de café entrou em decadência.

No final do século XX e início do XXI, o Paraná atraiu muitos investimentos externos, e indústrias automobilísticas instalaram-se no estado em contraste com a predominância de agroindústrias (MANTOVANI, 2003). O setor automobilístico recebeu quase metade do investimento na indústria nesse período e o a produção de alimentos e bebidas começava a crescer nos polos industriais.

Antes mesmo do desenvolvimento industrial, o Paraná tinha uma pequena demanda de energia para iluminação pública, transporte, comunicação e consumo

doméstico, geralmente atendida para uma parcela privilegiada da população. Logo, energia elétrica se tornou sinônimo de desenvolvimento e modernidade. Foi nesse âmbito que surgiu progressivamente as primeiras usinas e sistemas de distribuição. A primeira usina de produção elétrica, instalada em 1901, foi a termelétrica de Capanema, onde hoje é a Estação Rodoferroviária de Curitiba.

A segunda cidade a receber esse advento foi Paranaguá, dez anos depois da capital. A estas localidades pioneiras seguiram-se Campo Largo, Prudentópolis, Castro, Guarapuava, Piraí do Sul e Campo do Tenente, todas em 1911 (COPEL, 2016a). Ainda outros dezoito municípios iriam ter geradores elétricos até o fim da década de 20.

Algumas indústrias também começaram a instalar geradores, para consumo próprio. As Indústrias Reunidas F. Matarazzo, em 1921, para movimentar um moinho de trigo junto ao porto de Antonina e, em 1925, para fazer funcionar um frigorífico e uma indústria têxtil em Jaguariaíva. A Companhia Melhoramentos do Norte do Paraná instalou uma pequena usina em Cianorte para atendimento restrito, e as Indústrias Brasileiras de Papéis, em Arapoti, passou a contar com eletricidade em 1926 (COPEL, 2016a).

Quase todas essas primeiras usinas eram movidas a vapor. Foi em 1910 que se inaugurou a primeira hidrelétrica do Estado, a Usina de Serra da Prata, perto de Paranaguá, com potência de 400 kVA e que forneceu eletricidade à cidade até o início da década de 70, quando foi desativada (COPEL, 2016a). Décadas mais tarde, em 1931, em resposta à crescente demanda por eletricidade (sobretudo para abastecer Curitiba), inaugurou-se a usina hidrelétrica de Chaminé, no rio São João, considerada a primeira usina de porte do estado. Com 9.000 kW de potência instalada, esta usina levou à interrupção e consequente desativação da termelétrica de Capanema, até então fornecedora de energia elétrica para a capital. Iniciava-se, neste sentido, a marcha em direção à exploração de aproveitamentos hidrelétricos no Estado do Paraná (UFPR, 1994).

O desenvolvimento elétrico e econômico do estado está intimamente ligado a Companhia Paranaense de Energia – Copel. Criada em 1954, a Copel foi a maior responsável pela construção dos grandes sistemas de integração energética e dos empreendimentos hidrelétricos, que caracterizam o cenário energético da época.

Apesar de existirem cinco concessionárias¹ de energia elétrica no estado, a Copel é a maior delas, estando em 393 dos 399 municípios do Paraná.

Encontrar uma solução definitiva para o abastecimento de energia elétrica em larga escala constituiu-se no maior desafio para a Copel durante a década de 1960 (COPEL, 2017). Acompanhando a onda desenvolvimentista que se alastrou pelo Brasil na década de 1970, a economia paranaense vivenciou um período de rápida expansão, marcado por profundas transformações em seu perfil (CANTON, 2014). Essa nova conjuntura econômica, incrementada pelo acelerado processo de urbanização, exerceu forte influência sobre o desenvolvimento do setor elétrico paranaense – permanentemente pressionado pela crescente demanda de energia elétrica que se verificava no estado. Tanto é verdade, que a década de 1980 foi marcada pelo intenso crescimento do mercado paranaense de eletricidade, exigindo esforços cada vez maiores da Copel para atender quadros de crescente demanda (MAGALHÃES FILHO, 1999). Até 2003, 99,6% da capacidade instalada da Companhia provinha de fontes renováveis (por geração hidráulica), enquanto apenas 0,4% originaram-se da geração a partir de carvão mineral (COPEL, 2004).

A Copel consolidou o perfil hidrelétrico do Paraná e passou a diversificar sua atuação em outros estados para ampliar seus mercados; em 2017 já estava presente em dez. Além das hidrelétricas e termelétricas, a empresa possui complexos eólicos em cidades do Rio Grande do Norte e em Palmas no Paraná. Isso totaliza, até 2015, 93% da capacidade instalada da Copel a partir de fontes renováveis.

1.4.2 O cenário atual e o Setor Industrial

O Paraná tem grande participação na economia brasileira. Seu PIB é o 4º maior do país, representando 6,3% do total, em 2013, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Foram R\$ 332,8 bilhões gerados nesse ano, dos quais a indústria foi o setor responsável por 22,6%. Em 2016, houve uma queda nesse valor para 21,6%. Na figura 1, estão representadas as porcentagens dos setores da economia que compuseram o PIB paranaense em 2013.

¹ Além da Copel, as outras concessionárias que atuam no Paraná são: Companhia Campolarguense de Eletricidade – COCEL, Força e Luz Coronel Vivida – FORCEL, CPFL Energia e a Companhia Força e Luz do Oeste - CFLO

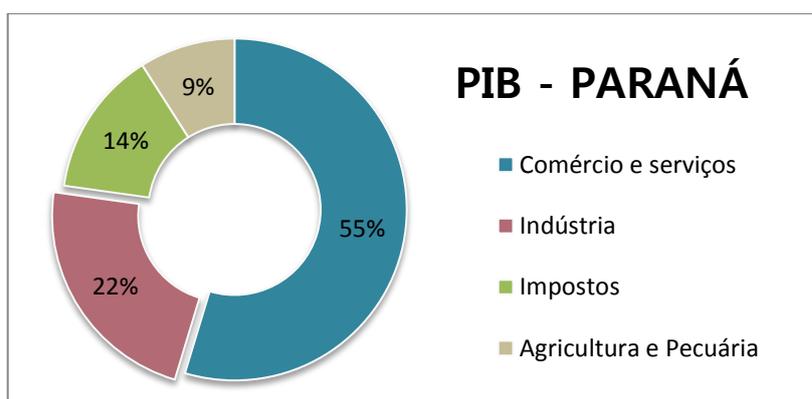


Figura 5 - Composição do PIB do Paraná em 2013. Fonte: Fiep (2016)

NO início do século XXI, o Paraná caminhou para a implantação de quatro vertentes produtivas principais: a automobilística, o agronegócio, o complexo madeireiro e a construção civil e seus fornecedores industriais (SETEC, 2001), sendo, atualmente, setores importantes e consolidados no estado.

As atividades industriais podem ser divididas em duas categorias: indústria extrativista e indústria de transformação. De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), a indústria extrativista se refere àquela que possui suas atividades baseadas nos recursos naturais, como terra, água e minerais. A indústria de transformação compreende as atividades que envolvem transformação física, química e biológica de materiais, substâncias e componentes para obter produtos novos (IBGE, 2002). Os principais setores dessas indústrias, no Paraná, são:

Quadro 1 - Setores da Indústria Extrativista e da Indústria de Transformação. Fonte: SETEC (2001)

Indústria Extrativista	Extração de Carvão Mineral Extração de Petróleo e Gás Natural Extração de Minerais Metálicos Extração de Minerais Não-metálicos Apoio à Extração de Minerais
Indústria de Transformação	Montagem de Veículos Automotores Produtos de Madeira Produtos Alimentícios e Bebidas Celulose, Papel e Produtos de Papel Reboques e Carrocerias Vestuário e Acessórios

Indústria de Transformação	Máquinas e Equipamentos Máquinas, Aparelhos e Materiais Elétricos Fabricação de Produtos Químicos Fabricação de Móveis e Indústrias Diversas Fabricação de Artigos de Borracha e Plástico Fabricação de Produtos de Metal - exclusive Máquinas Fumo Farmaquímicos e Farmacêuticos Têxtil Equipamentos
----------------------------	--

Considerando os indicadores: produção (em R\$), participação nos custos da produção (em %) e número de estabelecimentos, foi possível analisar os setores mais representativos do estado.

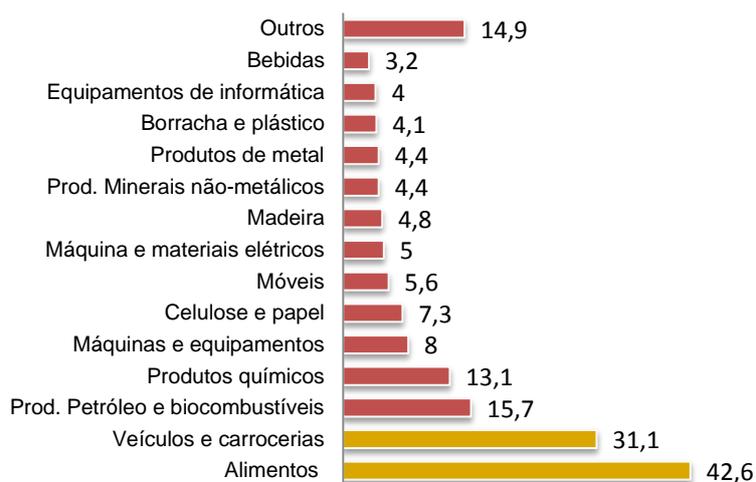


Figura 6 - Setores industriais com maior produção em bilhões de reais (R\$). Fonte: Fiep (2015)

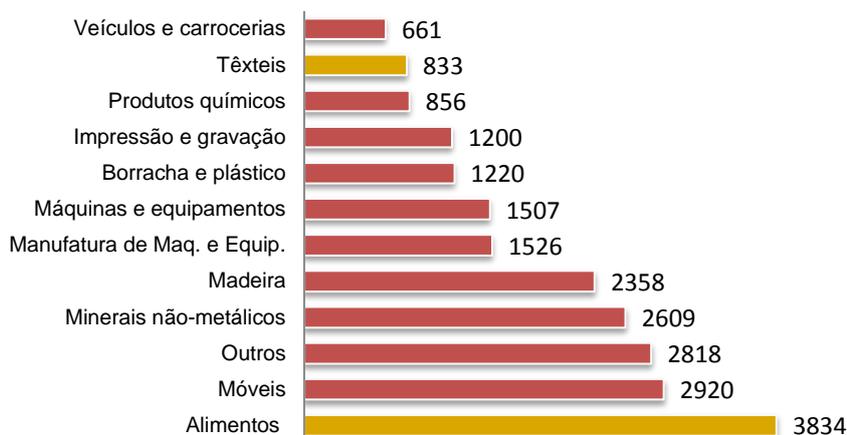


Figura 7 - Setores industriais com maior número de estabelecimentos no Paraná. Fonte: Fiep (2015)

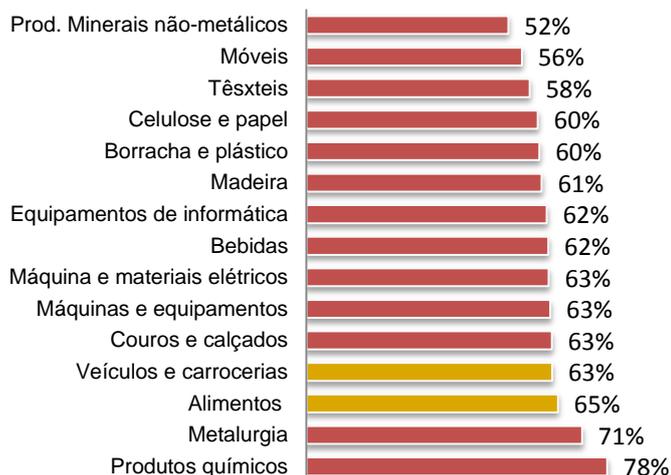


Figura 8 - Setores industriais com maior participação nos custos da produção em porcentagem. Fonte: Fiep (2015)

As figuras acima mostram os setores de Alimentos e Veículo e Carrocerias em destaque, pois considerando o conjunto dos indicadores analisados, verificou-se que estes são os setores industriais mais representativos do estado do Paraná. Juntos concentram 44% da produção industrial; 39% do valor adicionado industrial; 32% dos empregos industriais; 69% das exportações do estado. Além disso, esses setores foram responsáveis pelo crescimento de 67% das exportações e 35% dos empregos entre 2007 e 2013 (FIEP, 2015).

É importante reconhecer esses principais setores industriais do Paraná, pois, a partir disso, se torna possível aprofundar a discussão das possibilidades de implantar energias renováveis, levando em conta particularidades de determinado

setor. Por exemplo, a indústria de celulose tem grande potencial de aproveitamento energético da lixívia negra, como biomassa líquida, que é um subproduto gerado no próprio processo industrial.

2 METODOLOGIA

Conciliar vertentes de domínio da Indústria e da Energia envolve inúmeras variáveis para trabalhar os dois temas. Sendo o setor industrial amplo, variado e complexo, e o setor energético, em específico o de fontes renováveis, em rápida e constante evolução, foi preciso desenvolver uma metodologia de pesquisa que integrasse os temas comuns.

A primeira etapa e motivadora do tema foi o atendimento à disciplina Energia, Ambiente e Sociedades, promovida pelo Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento (PPGMADE) da UFPR. A aproximação com o tema das energias renováveis mostrou como esse campo é promissor, principalmente devido aos avanços tecnológicos. Soma-se a isso, a visão de descentralização e diversidade na geração de energia elétrica, discutida tanto na disciplina quanto na literatura. Assim, foi possível especular aplicações mais específicas às fontes alternativas, como no setor industrial, em questão.

A segunda etapa concentrou-se na revisão bibliográfica sobre o tema, partindo para a leitura de artigos, monografias, dissertações, relatórios e notícias de jornais de circulação estadual e nacional, consolidando uma familiaridade com o assunto a partir do que está disponível na literatura. Caracteriza-se como pesquisa exploratória, analisando, também, a legislação e incentivos públicos específicos, que são indicativos para diagnosticar motivações, demandas, desafios, vantagens, desvantagens e oportunidades.

A identificação das principais fontes de dados foi um passo importante. Explorar as informações e a atuação da Copel, por exemplo, se mostraram fundamentais para diagnosticar a geração, consumo e custos da energia elétrica, uma vez que a empresa é a principal responsável pela geração e distribuição do recurso no Paraná. Assim, também foi com os dados da Fiep, a Federação das Indústrias do Estado do Paraná. Suas iniciativas, pesquisas, relatórios e dados históricos são bastante confiáveis, já que é uma instituição que trabalha diretamente com as indústrias e é um reflexo dos interesses do setor. Por isso, também se mostra uma ótima ferramenta para levar novas tecnologias, como a de fontes alternativas de energia, para dentro da indústria. Tanto a Copel quanto a Fiep foram instrumentos fundamentais para a efetivação desse estudo.

A realização de entrevista com um representante da Fiep, João Arthur Mohr, compreendeu outra etapa da pesquisa e mostrou-se um bom indicativo para se conhecer as ações efetivas e projetos em atuação dessa instituição. Dessa forma, também foi possível especular como será o cenário futuro, a curto e longo prazo, da questão energética para o setor industrial. A entrevista parcialmente estruturada, que foi a técnica de interrogação escolhida para este estudo, o entrevistador explora pontos de interesse ao longo de seu curso, não se fixando somente a uma relação fixa de perguntas-respostas (ROKEMBACH, 2016 *apud* GIL, 2002). Devido a problemas de logística e acesso, não foram realizadas visitas às plantas industriais que vem utilizando e aplicando fontes renováveis para a sua produção.

De forma geral, exercícios de pesquisa, análise de dados e documentos, reflexão e investigação compuseram a metodologia que permitiram atender aos objetivos propostos.

3 DIAGNÓSTICO DO CONSUMO E CUSTO DA ENERGIA PELAS INDÚSTRIAS DO PARANÁ

O consumo de energia elétrica pelas indústrias do Paraná foi de 7.240.548 GWh em 2015, o que equivale a 25% do total e aumento de 1,1% em relação ao ano anterior.

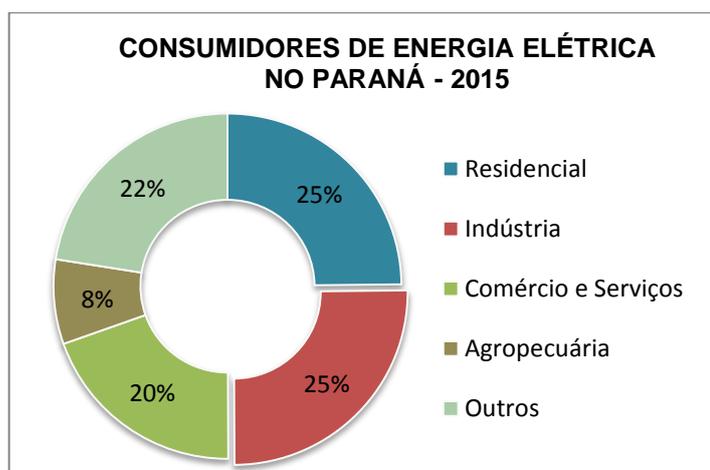


Figura 9 - Consumo de energia elétrica, por setor, no Paraná, no ano de 2015. Fonte: Fiep (2016)

Portanto, o setor é o maior consumidor do recurso, e apesar de que apresente poucas diferenças para o consumo residencial, tem um número muito menor de unidades consumidoras. Isso ocorre porque o processo produtivo industrial demanda muita energia.

Considerando que o Paraná, assim como o Brasil, tem maior parte da produção de energia proveniente de usinas hidrelétricas, por conta disso possui uma das energias mais baratas do mundo. Entretanto, os custosos impostos e tarifas em cima dos serviços de Geração, Transmissão e Distribuição (GTD) não refletem o privilégio hídrico do país.

A tarifa de energia varia muito em todo o território nacional e até dentro dos estados, pois ela é fixada por cada concessionária (de acordo com a Lei nº 8.631/1993) conforme características específicas de cada área de concessão, como número de consumidores, extensão do território de atuação (quantidade de energia atendida por determinada infraestrutura), custo da energia comprada ou gerada, tributos estaduais e outros (ANEEL, 2008).

Essa tarifa de energia é o preço cobrado por R\$/kWh, e envolve custos com GTD, perdas de energia, impostos e tributos estaduais (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS, que é de 29% no Paraná em 2017) e federais (Programa de Integração Social - PIS e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS), encargos setoriais e outros. Ainda, a Copel estabeleceu as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição e Transmissão – TUSD/TUST. Os valores de encargos, subsídios e impostos representam de 40 a 45% na conta final de luz para os clientes da Copel, sendo o restante do valor referente a GTD (ANEEL, 2017b), como mostra a figura abaixo:

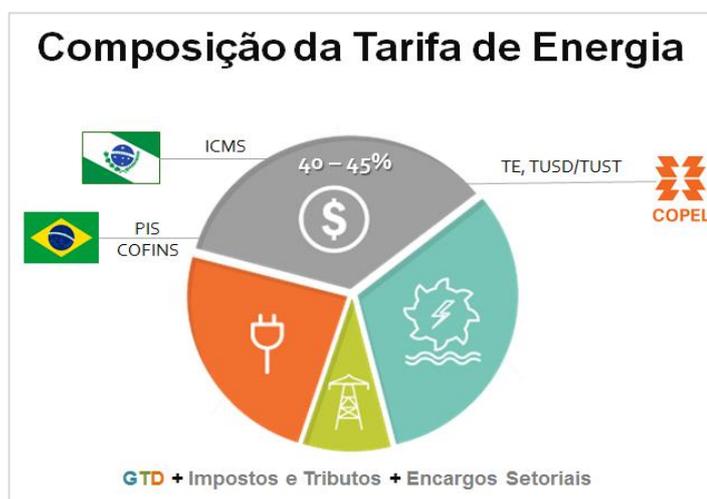


Figura 10: Composição tarifária do preço da energia elétrica. O gráfico mostra a participação dos encargos setoriais da Copel, dos impostos e tributos estaduais (Paraná) e Federais, e os serviços de GTD. Fonte: Energisa (2017). Adaptado pela autora.

No primeiro quadrimestre de 2017, a média das tarifas para a classe industrial, de acordo com o Informativo Tarifário do Ministério de Minas e Energia (2017), foi de 408,37 R\$/kWh pela Copel. Em comparação com outras 63 concessionárias, a Copel recebeu uma posição mediana como a 30ª mais cara do país (BRASIL, 2017).

Esse cenário prejudica a indústria em termos de competitividade, pois a simetria dos tributos leva a produção paranaense a não ter vantagem em relação a algum outro estado ou região; e, de forma geral, o Brasil também perde competitividade em relação à indústria de outros países. Vale ressaltar que, muitas

vezes, esse alto custo energético pode ser repassado para o valor do produto, sendo pago pelo consumidor final.

Segundo o consultor da Confederação Nacional das Indústrias (CNI), Fábio Sales Dias, essa despesa pode significar 40% do custo total de produção em uma indústria de alumínio, por exemplo. Na área têxtil, chega a 18%; nos setores metalmeccânico e moveleiro, varia entre 15% e 18% (FIEP, 2017). Em média, os gastos com a eletricidade representam 3,35% do valor total do processo. Segundo Sales, os consumidores industriais, ao depender de uma distribuidora, precisam contratar uma determinada demanda de energia. Se for consumido menos, não haverá desconto no preço, se consumir mais, haverá uma multa por excedente. Então, a relação entre demanda e consumo pode se tornar uma grande fonte de desperdício de recurso e de gastos.

4 O INTERESSE DAS INDÚSTRIAS E O PAPEL DA FIEP

Em se tratando do cenário energético para o setor industrial, o custo da energia elétrica é uma constante preocupação, por se tratar de um insumo essencial para a indústria (SENAI, 2016). Essa energia é fundamental para o modo de vida atual, movendo a economia através da indústria, comércio, serviços, agropecuária, dentre outras atividades produtivas e domésticas. Considerando os elevados custos com energia, iniciado em 2015 com perspectivas de aumento nos próximos anos, no país, o setor industrial deve se atentar para a possibilidade de utilização de uma matriz energética renovável, sustentável e com baixas emissões de gases do efeito estufa, associadas ao consumo energético eficiente.

Se por um lado o preço da energia fica maior, por outro, as tecnologias para produzir energia renovável vem se tornando mais baratas e acessíveis. Segundo o IRENA – International Renewable Energy Agency (2015), os preços de painéis fotovoltaicos em 2014 estavam cerca de 75% menores em relação a 2009. Além disso, a biomassa pode, agora, produzir eletricidade competitiva em comparação com a geração de energia advinda de combustíveis fósseis (SENAI, 2016). As fontes energéticas de biomassa, hidráulica e geotérmica são as energias mais baratas que qualquer outra fonte, atualmente (IRENA, 2015).

A Fiep defende o interesse do setor e tem se mostrado motivada em diversificar a matriz energética da indústria, uma vez que tem sido porta voz da insatisfação do setor com serviço atual de energia. O presidente da instituição, Edson Campagnolo, publicou no jornal Gazeta do Povo em setembro de 2015:

Hoje, o Paraná tem o quarto maior custo de energia para a indústria entre todos os estados. Investir em fontes próprias de geração é, portanto, uma forma de o setor reduzir custos em médio e longo prazo, o que significa aumento de competitividade. [...] É importante ressaltar que esses incentivos, em última instância, resultarão em empregos, renda e também arrecadação de impostos pelo estado, mesmo com algumas isenções. Além disso, é preciso que toda a sociedade assuma a responsabilidade pelo futuro do planeta, apostando cada vez mais em fontes limpas e renováveis de energia (CAMPAGNOLO, 2015).

Com redução de gastos, possibilidade de vender a energia excedente e promover sua produção sustentável como forma de marketing, fica evidente o interesse das indústrias em fazer mudanças nas suas fontes de energia elétrica. Os

maiores empecilhos, então, são as dificuldades técnicas de projeto, o desconhecimento das tecnologias disponíveis, o receio em realizar altos investimentos, poucos incentivos fiscais e políticas públicas incertas. Ainda assim, as iniciativas da Fiep avançam para a implementação de fontes renováveis dentro das indústrias, buscando realizar isso de forma confiável e assegurando a estabilidade das empresas.

Uma dessas iniciativas é para o uso do biogás. Os documentos “Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná” de 2014 e 2016, produzidos pelo Sistema FIEP, apresentam estudos de viabilidade e investigação acerca das potencialidades de desenvolver energia por biogás, além de apresentar novas tecnologias, estratégias, legislações vigentes e propor aplicações específicas para diversos setores industriais. A partir desses estudos, uma indústria pode identificar se seus processos, insumos, ou resíduos, por exemplo, permitem o reaproveitamento energético a partir de biogás.

Entre os muitos serviços de consultoria oferecidos pelo Sistema FIEP, um deles é o de assessoria em projetos envolvendo energias renováveis às indústrias paranaenses. Essa consultoria oferecida pelo SENAI, integrante do Sistema FIEP, fornece mais informações sobre a utilização de fontes alternativas de energia, reduzindo os riscos e incertezas na implementação do sistema; acompanha o desempenho do sistema implementado ao longo da vida do empreendimento; dimensiona corretamente os equipamentos e componentes, evitando desperdícios; aumenta a visibilidade da empresa no mercado; reduz custos com a energia elétrica (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2017).

Reconhecendo que é necessário investimento para realizar essas adaptações na planta, a Fiep possui algumas linhas de financiamento, como a em parceria com o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE) - linha de crédito especificamente para projetos de eficiência energética (AGÊNCIA FIEP, 2016). O objetivo é dar suporte aos investimentos e projetos em eficiência energética, sendo um dos focos a Geração Distribuída² por meio de fontes renováveis, concedendo crédito através de linhas de financiamento específicas. Um dos itens financiáveis é a

² A Aneel define Geração Distribuída um tipo de geração elétrica que ocorre em locais em que não seria instalada uma usina geradora convencional, ou seja, mais próximo ao centro de carga e do consumidor (ANEEL, 2017.c).

ampliação ou implantação de sistema de geração de vapor ou eletricidade a partir de biomassa, energia eólica, energia solar e pequenas centrais hidrelétricas (PARANÁ, 2015).

5 POLÍTICAS PÚBLICAS, INCENTIVOS FISCAIS E LEGISLAÇÕES ESTADUAIS E NACIONAIS

5.1 LEIS E PROGRAMAS NACIONAIS

Segundo Rokembach (2016), a Portaria nº 538 de 15 de dezembro de 2015, criou o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (ProGD). O Programa promovido pelo Ministério de Minas e Energia tem como objetivos promover a ampliação da geração distribuída de energia elétrica, com base em fontes renováveis e cogeração, e incentivar a implantação de geração distribuída em edificações públicas, comerciais, industriais e residenciais. A expectativa do governo, segundo o Ministério de Minas e Energia (MME), é que o programa produza R\$ 100 bilhões em investimentos privados nos próximos 15 anos.

Um dos pontos importantes do ProGD é a atualização nos Valores Anuais de Referência Específicos (VRES). Este valor corresponde à remuneração paga pela distribuidora ao gerador pela energia que ele entregar à rede de distribuição, e essa atualização aumenta a atratividade para esse tipo de energia. O programa também prevê a atualização automática destes valores, anualmente pelo IPCA³, durante a vigência do contrato e planeja novos horizontes para comercialização de energia gerada de forma distribuída no mercado livre, colocando ações que simplifiquem esse processo (ROKEMBACH, 2016).

Destacam-se como objetivos nos Grupos de Trabalho do ProGD: criar e expandir as linhas de crédito e formas de financiamento de projetos para a instalação de sistemas de geração distribuída nos segmentos residencial, comercial e industrial; incentivo a indústrias fabricantes de componentes e equipamentos usados em empreendimentos de geração a partir de fontes renováveis, incluindo o desenvolvimento produtivo, tecnológico e a inovação, bem como o estabelecimento de empresas de comércio e de prestação de serviços neste segmento; promover atração de investimentos e a nacionalização de tecnologias competitivas e fomentar

³ Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo tem por objetivo medir a inflação de produtos e serviços comercializados no varejo, referentes ao consumo pessoal de famílias com rendimento de 1 a 40 salários mínimos.

a capacitação e formação de recursos humanos para atuar em todos os elos da cadeia produtiva das energias renováveis (BRASIL, 2015).

Dentre as ações do ProGD, destaca-se a redução na alíquota do Imposto de Importação, de 14% para 2%, incidente sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica (BRASIL, 2015), como incentivo às indústrias, assim como aos consumidores comuns.

Em relação a fonte eólica, o primeiro incentivo ocorreu durante a crise energética de 2001, quando se tentou incentivar a contratação de geração de energia eólica no país, até então insignificante, através do Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA) (BRASIL, 2001). O programa tinha como objetivo a contratação de 1.050 MW de projetos de energia eólica até dezembro de 2003, contudo, não obteve resultados.

Em 2002 o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), instituído pela Lei nº 10.438/2002, entrou em vigor com o objetivo da diversificação da matriz energética brasileira, promover a segurança no abastecimento, a valorização das características e potencialidades regionais e locais, além da criação de empregos, capacitação e formação de mão-de-obra e redução de emissão de gases de efeito estufa (BRASIL, 2002).

Além da criação do PROINFA, a Lei nº 10.438/2002 alterou o artigo 26 da Lei nº 9.427 de 26 de dezembro de 1996, instituindo a redução de 50% às Tarifas de Uso dos Sistemas Elétricos de Transmissão (TUST) e de Distribuição (TUSD) incidindo na produção e no consumo da energia associado à geração eólica. Esse subsídio cruzado foi um auxílio adicional à viabilização da geração eólica no Brasil. A Lei nº 10.762 de 11 de novembro de 2003 limitou o benefício da redução da TUST e TUSD para fontes solar, eólica, biomassa e cogeração qualificada cuja potência instalada fosse menor ou igual a 30 MW (BRASIL, 2003).

A Lei 10.438/02 exigia que 50% dos equipamentos usados nos projetos do PROINFA fossem de produção brasileira. O Programa enfrentou algumas dificuldades, pois havia poucas indústrias nacionais produtoras dos equipamentos necessários, e que as que existiam tiveram pouco tempo para se adaptar as exigências da legislação, além de não ter conseguido cumprir as metas iniciais e enfrentar desafios de execução dos projetos. Por conta disso, foi sendo substituído por leilões de energias renováveis.

O Regime Especial de Incentivos para o desenvolvimento da Infraestrutura (Reide) foi instituído pela Lei nº 11.488, de 15 de Junho de 2007. É beneficiária do Reide a pessoa jurídica que tenha projeto aprovado para implantação de obras de infraestrutura nos setores de transportes, portos, energia, saneamento básico e irrigação (BRASIL, 2007). Portanto, também é um incentivo que pode ser aplicado a instalação de fontes renováveis de energia na planta industrial, mesmo que a legislação não especifique esse fim.

5.2 REGULAMENTAÇÕES DA AUTOPRODUÇÃO

O Autoprodutor de energia é o empreendimento que consome o que produz exclusivamente e ainda pode comercializar o excedente dessa produção. A Lei 9.427 de 26 de Dezembro de 1996 institui a ANEEL que, entre suas outras atribuições, regula e fiscaliza a autoprodução. O artigo 1º do Decreto nº 5.163 de Julho de 2004 atualiza que a comercialização do excedente da autoprodução depende de autorização da ANEEL.

O Decreto nº 2.003, de 10 de Setembro de 1996 regulamenta a produção de energia elétrica por produtor independente e por autoprodutor. Segundo o documento, mediante autorização prévia do órgão regulador e fiscalizador, é facultada a permuta de energia, em montantes economicamente equivalentes, explicitando os custos das transações de transmissão envolvidos, com concessionário ou permissionário de serviço público de distribuição, para possibilitar o consumo em instalações industriais do Autoprodutor em local diverso daquele onde ocorre a geração (BRASIL, 1996). A legislação isenta de concessão ou autorização para aproveitamento de potencial hidráulico de potência inferior a 1.000 kW. Além da energia hidráulica, não é citada no Decreto outra especificação de fonte renovável.

O Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004 regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e das outras providências. O decreto especifica essa comercialização para produção de energia por indústrias:

Art. 31º. A partir de 1º de janeiro de 2010, será facultada aos consumidores que pretendam utilizar em suas unidades industriais energia

elétrica produzida por geração própria, em regime de autoprodução ou produção independente, a redução da demanda e da energia contratadas ou a substituição dos contratos de fornecimento por contratos de conexão e de uso dos sistemas elétricos, mediante notificação ao agente de distribuição ou agente vendedor, aplicando-se o disposto no art. 49.

O artigo 49 em questão refere-se às condicionantes da contratação livre, ou seja, adquirir a energia elétrica de outro fornecedor, como, por exemplo, o excedente do que é produzido na indústria autoproductora.

Esse Decreto, ainda, isenta os autoprodutores do pagamento das quotas da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE⁴, tanto na produção quanto no consumo, exclusivamente com relação à parcela de energia elétrica destinada a consumo próprio.

Em julho de 2016, o Estado da Paraná aprovou isenção do ICMS (Imposto sobre Circulação de Bens e Serviços) para mini e microgeração de energia alternativa, e para a compra e venda dos equipamentos para esse fim. Segundo a Resolução ANEEL nº 482/2012, a microgeração tem uma produção de até 75 kW. A minigeração é superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada (ANEEL, 2012). Essas potências são ideias para instalações comerciais e residenciais, porém podem ser pouco significativas para suprir a demanda industrial. Entretanto, essa modalidade pode ser viável para a demanda energética das instalações prediais, como sedes e escritórios.

Em relação a Geração Distribuída (em regime de mini e microgeração), a Resolução Normativa nº 687, de 2015 regulamenta a concessão para conectar um sistema gerador de energia elétrica próprio de fontes renováveis (hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada) às redes de distribuição das concessionárias. Isso se dá num sistema de compensação de créditos de energia elétrica. A energia gerada com geração distribuída própria injetada, é emprestada à distribuidora local e posteriormente compensada sobre o consumo de energia elétrica ativa, em Watts, dessa mesma unidade ou de outra unidade consumidora (SANTANA, 2017).

⁴ A Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) é um encargo setorial que possui diversos objetivos, como: promover a universalização do serviço de energia elétrica em todo o território nacional; conceder descontos tarifários a diversos usuários; custear a geração de energia nos sistemas elétricos isolados; etc. Os recursos são arrecadados através de quotas anuais pagas por agentes que comercializam energia elétrica com consumidor final (ANEEL, 2016).

Considerando que o ICMS incide sobre o valor da tarifa de energia elétrica correspondente à demanda de potência efetivamente utilizada (STJ, 2013), e a produção industrial demanda bastante energia, espera-se que este seja um valor alto pago pelas indústrias. Portanto seria interessante que esse tipo de iniciativa de isenção ou mesmo algum desconto do ICMS para energias renováveis também se aplicassem para Autoprodução, que permite maiores potências. Como já foi explanado, são altos os custos das tarifas na conta de energia, logo, essa proposta seria um grande incentivo para a geração própria de eletricidade por parte das indústrias.

5.3 PROGRAMA PARANAENSE DE ENERGIAS RENOVÁVEIS – “ILUMINANDO O FUTURO”

O Decreto 11.671 de 16 de Julho de 2014 dispõe sobre o Programa Paranaense de Energias Renováveis – “Iluminando o Futuro” e prevê medidas de incentivo à produção e uso de energia renovável (PARANÁ, 2014). As energias renováveis que o Programa abrange são: fonte solar, eólica, biomassas, biogás e hidráulica gerada em Centrais de Geração Hidrelétrica - CGHs e Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs. O Programa estadual tem como objetivo promover e incentivar a produção e o consumo de energia de fontes renováveis através de pequenas indústrias produtoras de energia, contribuindo com o desenvolvimento sustentável no âmbito do Estado do Paraná, com prioridade para as regiões de menor desenvolvimento humano (PARANÁ, 2014).

Art. 2º Além dos benefícios fiscais já constantes dos itens 21-A e 70 do RICMS, aprovado pelo Decreto n. 6.080, de 28 de setembro de 2012, outros incentivos fiscais ou tratamento tributário diferenciado poderão ser concedidos na hipótese de investimentos na implantação de estabelecimento industrial no território paranaense [...] em relação aos seguintes setores:

- I - de produção de peças, partes, componentes e ferramentas utilizados na geração de energia renovável;
- II - de produção de material a ser utilizado como insumo nas obras de construção civil necessárias aos empreendimentos de geração de energia renovável;
- III - de produção de mercadoria que integrem a infraestrutura de conexão e de transmissão que se faça necessária aos empreendimentos geradores de energia renovável, para sua interligação no Sistema Interligado Nacional.

O Decreto, ainda, oferece linha de financiamento pelo Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul – BRDE específico para os empreendimentos de energia renovável.

6 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Entre os maiores setores industriais do estado, há um contraste entre grandes empresas tecnológicas, como as automobilísticas, com a agroindústria. Mesmo que o *boom* da industrialização já tenha passado, há potencial para mais desenvolvimento e expansão. Para tal, portanto, é necessário que haja vantagem competitiva e disponibilidade de recursos.

O encarecimento da energia elétrica bate de frente nessa questão. Brasil (2015) comparou o preço da energia para indústrias de vários países dos cinco continentes, a do Brasil era a mais cara com R\$ 543,81/MWh, enquanto a média internacional era de R\$ 257,50/MWh. Esse valor é ainda maior para os industriais paranaenses. Não só o valor da conta de luz fica cada vez mais caro, mas o consumo também aumentou. O início de 2017 foi marcado por altas seguidas na utilização de energia elétrica, em contraste ante a retração da demanda nos últimos dois anos. Só em janeiro esse aumento foi de 2,8% (COSTA, 2017).

Esses valores não refletem a matriz energética predominantemente hídrica do país e do estado. Com a exploração do potencial energético de rios cada vez mais limitados, e com crises hídricas e secas que diminuem a quantidade de energia gerada por essa fonte, a solução imediata é uso de usinas termelétricas que possuem grande potencial poluidor quando alimentadas com combustíveis fósseis.

Isso quer dizer, estabelecido a demanda por parte das indústrias em soluções alternativas para a questão energética, e a relevância econômica e ambiental atribuído a ela, é necessário identificar as possibilidades que sejam realmente viáveis para o setor industrial e sua alta demanda por energia. O atual cenário da energia elétrica no Brasil, por ser baseado na intensa exploração hídrica e uso das usinas termelétricas como principal reserva (plano que foi bastante eficiente por muito tempo) ainda resiste o avanço tecnológico que permite diversificar a matriz com novas fontes limpas e renováveis. Nesse contexto, a descentralização da produção de energia e a diversificação da matriz energética entram em pauta para nortear soluções que modifiquem o cenário tradicional do mercado de energia.

A descentralização é considerada uma alternativa eficiente e interessante para diminuir o impacto ambiental que uma grande geração pontual pode ocasionar, ou mesmo possibilitar abastecimento de energia em regiões onde o acesso a este recurso enfrenta algumas dificuldades. Do ponto de vista prático, as alternativas de

descentralização com potencial de aplicação e uso industrial (e que se encontram regulamentadas por políticas públicas), que serão abordadas são: a Autoprodução e o consumo no Ambiente de Contratação Livre – ACL, também conhecido como Mercado Livre de Energia.

Este modelo descentralizado de produção de energia mostra-se viável por benefícios como o baixo impacto ambiental e a redução no carregamento da rede interligada. Além disso, apresenta uma redução de perdas e gera uma importante diversificação para a matriz energética (BOONE, 2013).

No ACL ou Mercado Livre, os agentes Geradores e Comercializadores negociam livremente com Consumidores (que podem ser Livres ou Especiais), a contratação de energia elétrica por meio de contratos bilaterais (CELESC, 2017). O Mercado Livre tem angariado muita atenção das indústrias, e, portanto, para este estudo será dado destaque para o Autoprodutor e ao Consumidor (Livre e Especial) industrial.

6.1 ENERGIAS RENOVÁVEIS E O MERCADO LIVRE DE ENERGIA

No Ambiente de Contratação Regulada - ACR, ou Mercado Cativo, a indústria compra energia da Concessionária de Serviço Público de Geração à qual está ligada, no caso, a Copel. Nessa modalidade, o pagamento compreende geração, transmissão, geração (GTD), tarifas e tudo isso é faturado mensalmente. Além disso, é regulado e tarifado pelo Governo. O Ambiente de Contratação Livre permite a indústria comprar diretamente do gerador ou comercializador, podendo negociar livremente a quantidade, preços e prazos. Além de pagar o preço da energia negociado no contrato, tem que ser faturado o serviço de distribuição da Copel ou da outra concessionária de distribuição local usada, que possui tarifa regulada.



Figura 11 - Fluxograma com os agentes envolvidos no Ambiente de Contratação Livre. Elaborado pela autora.

No ACL, a energia é produzida pelos agentes de geração, que são usinas hidrelétricas, eólicas, termelétricas e outras fontes, através de Produtores Independentes, Geração Distribuída, concessionárias. Esta, então, vai ser negociada diretamente ao consumidor ou mediante um Comercializador. Os Comercializadores adquirem a energia de diferentes fornecedores, criando um portfólio diversificado de produtos a serem ofertados aos consumidores e outros agentes compradores (ABRACEEL, 2017a). A rede de distribuição pública é usada para a transmissão de energia, ou seja, esse processo ainda está sujeito aos impostos e tarifas do serviço da concessionária. Os consumidores que autoproduzem ou que consumiram menos do que foi comprado, podem negociar com os comercializadores a venda do seu excedente.

CELESC (2017) destaca algumas vantagens do Mercado Livre: liberdade na negociação diretamente com o fornecedor de energia, possibilidade de adequação da compra de energia ao processo produtivo, previsão orçamentária, gerenciamento da energia elétrica como "matéria prima", preços mais competitivos e poder de alocação da energia entre unidades industriais.

Para as indústrias, se torna especialmente vantajoso e promissor como uma forma potencial de economia, meio seguro e confiável de adquirir energia elétrica por um valor negociável. Dentro de uma cadeia produtiva, todos os insumos devem ser objeto de negociação, e a energia elétrica também deve assim ser tratada. A principal vantagem nesse ambiente é a possibilidade de o consumidor escolher, entre os diversos tipos de contratos, aquele que melhor atenda às suas expectativas de custo e benefício (MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017).

Além de escolher o tipo de contrato que melhor beneficia sua demanda, o consumidor do Mercado Livre pode escolher comprar apenas energia renovável e de produção descentralizada. Isso, pois, a energia pode ser convencional ou incentivada, sendo a convencional a partir de geradores, como usinas térmicas a gás ou grandes hidroelétricas. A energia incentivada foi estabelecida pelo Governo para estimular a expansão de geradores de fontes renováveis limitados a 30 MW de potência, como PCH (Pequenas Centrais Hidroelétricas), Biomassa, Eólica e Solar. Para esses geradores serem mais competitivos, o comprador da energia proveniente deles recebe descontos de 50%, 80% e até 100% nas tarifas de uso do sistema de distribuição e transmissão (MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017). Existem, portanto, dois tipos de consumidor, Especial e Livre, disposto pela Resolução nº 247/2006 da ANEEL em relação às condições de carga e tensão mínima, data da ligação e a fonte de energia, como mostra a tabela seguinte:

Tabela 1 - Classificação dos consumidores do Mercado Livre em Especial e Livre de acordo com as condições de carga e tensão mínima, data de ligação e fonte de energia, como disposto na Resolução nº 247/2006 da ANEEL

Consumidor	Data de ligação do consumidor	Carga (kW)	Tensão mínima	Fonte
Livre	Após 08/07/1995	> 3000	2,3 kV	Convencional ou Incentivada
	Antes de 08/07/1995		69 kV	
Especial	Qualquer data	> 500	2,3 kV	Incentivada

Ou seja, indústrias maiores (portanto, que demandam uma carga maior) podem optar por usar energia incentivada enquanto as indústrias menores podem adquirir somente esse tipo de fonte. Isso tem sido bastante vantajoso ao aumentar o potencial competitivo dessas pequenas indústrias que se viam diante de um Mercado Livre com grandes geradores já contratados pelas grandes indústrias. Também, incentiva os agentes geradores a investir na geração através de biomassa, PCHs, eólica e solar, pois há todo um mercado de Consumidores Livres atrelados a essa especificidade do contrato.

Todos os consumidores do Mercado Livre tem participação obrigatória na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, instituição pública regulada pela ANEEL. Os comercializadores de energia tem participação facultativa, mas 94% deles fazem parte do CCEE, o que é uma representatividade amostral

significativa. A Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia – Abraceel, usando dados da CCEE, analisou o cenário do Mercado Livre e seus números:

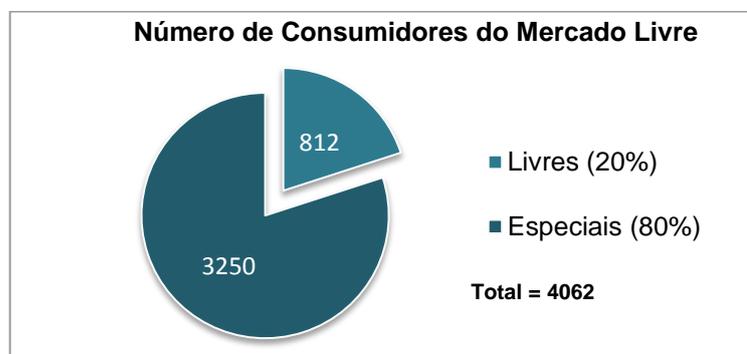


Figura 12 - Número de consumidores do Mercado Livre classificados em Livre e Especial, em outubro de 2016. Adaptado de Abraceel (2017b).



Figura 13 - Crescimento do número de Consumidores Especiais no CCEE, por ano, de 2008 a 2016. Fonte: Abraceel (2017b).

Em 2016, o mercado livre de energia teve um crescimento notável, provocado pela intensa migração de consumidores. Neste ano, o número de consumidores desse ambiente de contratação mais do que dobrou, passando de 1.826, em 2015, para 4.062, em 2016. Destes, 812 são consumidores livres e 3.250 são consumidores especiais (figura 11). O Mercado Livre alcançou, em outubro de 2016, a marca de 27,1% de todo consumo do Sistema Interligado Nacional – SIN (ABRACEEL, 2017b). Ou seja, 80% do consumo do ACL são por consumidores Especiais, que são restritos a fontes incentivadas, e estes tiveram um crescimento significativo de 2015 a 2016 (figura 12).

Abraceel (2017b) contabilizou que 48% de toda energia elétrica gerada por fontes renováveis no Brasil, em 2016, estava no Ambiente de Contratação Livre. E parte disso teve duas boas contribuições: 64% de toda energia elétrica proveniente de usinas a biomassa e 74% de toda energia das PCHs, foram comercializadas no Mercado Livre. Mesmo com participação expressiva para biomassa e PCHs, as fontes renováveis de pequeno porte (eólica, biomassa, PCHs e solar) representam apenas 26% do ACL. Portanto, a participação das fontes renováveis de pequeno porte no Mercado Livre é alta (principalmente para biomassa e PCHs) e são usadas pelo numeroso grupo de consumidores Especiais. Ainda assim, os agentes Geradores de energia incentivada são pouco abundantes e/ou de produção baixa, principalmente comparada com as fontes convencionais, pois representam apenas pouco mais de um quarto da geração total.

Para as indústrias, o Mercado Livre tem se mostrado bastante promissor. Desde os últimos anos, a indústria já vinha consumindo boa parte da sua energia elétrica através do ACL. Em setembro de 2016, o consumo industrial bateu recorde com 70% de participação.



Figura 14 - Porcentagem do consumo industrial de energia elétrica no Ambiente de Contratação Livre - ACL, por ano de 2004 a 2016. Fonte: Abraceel (2017b)

Para o Paraná, é possível observar essa mesma adesão, mas menos participativa se comparado aos 70% nacional da participação das indústrias. Com dados da Copel, Ipardes (2017) mostrou o consumo de energia elétrica por consumidores Livres industriais que incluía os atendidos por outro fornecedor de energia e os que possuem parcela da carga atendida pela Copel e a outra parcela por outro fornecedor. Em 2016, havia 83.282 unidades consumidoras industriais

atendidas apenas pela Copel, e 639 indústrias consumidoras livres. Porém, o primeiro consumiu 6.019.211 MWh enquanto o segundo 6.019.211 MWh.

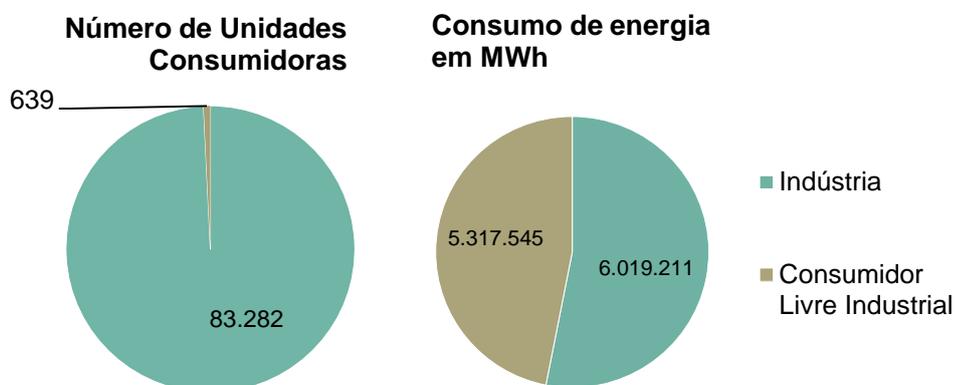


Figura 15 - Comparação entre Indústria e Consumidor Livre Industrial em relação ao número de unidades consumidoras e o consumo de energia (MWh) no Paraná, em 2016. Elaborado pela autora. Fonte: Ipardes (2017)

Ou seja, são poucas as indústrias que contratam energia pelo Mercado Livre (menos de 1%) se comparar com o total que só utilizam energia da Copel, porém, o consumo dessas unidades representa 46,9%. Isso se deve, possivelmente, porque o Mercado Livre no Paraná tem atraído, de forma geral, poucas grandes indústrias com grandes consumos. Portanto, a pequena indústria paranaense, que geralmente se enquadra como consumidor Especial, ainda pode estar encontrando dificuldades para adentrar o ACL, mesmo com incentivos como o desconto a partir de 50% no custo de distribuição para energia incentivada.

De forma geral, as dificuldades que indústrias (ou qualquer outro consumidor) podem enfrentar ao mudar do Ambiente de Contratação Regulada para o Ambiente de Contratação Livre estão relacionadas ao processo burocrático com várias condições e algumas taxas que devem ser pagas pelo consumidor. Uma dessas condições é a necessidade de medir exatamente a quantidade de energia usada, pois esta é definida no contrato. Caso haja sobra de energia, é possível vendê-la para a comercializadora, mas flutuações no mercado podem fazer com que o preço de revenda seja mais baixo que o de compra. Se a indústria precisar de mais energia que o estabelecido no contrato, pode comprar mais da comercializadora ou da Copel, mas, de novo, está sujeito a flutuações do mercado que podem encarecer

a conta de luz. Ainda pode ser necessário fazer adequações nos aparelhos de medição e instalação elétrica.

Essas condições e estudos prévios necessários ainda podem ser vistos como gastos e não como investimentos para a indústria, principalmente a de pequeno porte. Mas o Mercado Livre oferece um ambiente livre de tarifas e aumentos pela Aneel, permitindo planejar melhor o orçamento. Além disso, é dada ao consumidor, a liberdade de escolha de seus fornecedores e de sua matriz energética. E, ainda, o que mais pesa na hora da mudança: a economia na conta de energia. Segundo, Celesc (2017), os consumidores costumam economizar de 10 a 30% no Mercado Livre. Smart Energy (2017a) relata que em épocas de baixa no preço, como em 2016 devido a crise econômica, a economia é ainda maior chegando a 50%, e, também, recomenda que se o gasto mensal com energia for acima de R\$100.000,00 já vale a pena migrar para o ACL.

6.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS E A AUTOPRODUÇÃO

A autoprodução permite gerar energia com o fim de abastecer total ou parcialmente uma produção industrial já que sua geração é destinada a seu uso exclusivo. Como já visto, a regulamentação da autoprodução pelo Decreto Federal nº 2003/96 permite, ainda, a venda da produção excedente e que o local de geração possa ser diferente ao do consumo.

O Autoprodutor pode ou não fazer parte do Mercado Livre. Quando o faz é ao vender sua energia excedente no ACL, ou ao completar sua demanda, por meio de contratação livre.

Em 2004 foi criada a Associação Brasileira dos Investidores em Autoprodução de Energia – ABIAPE, como forma de defender os direitos e interesses de Autoprodutores de energia elétrica. A ABIAPE, sediada em Brasília/DF, é associada de dez grandes empresas Autoprodutores que atuam nos setores de alumínio, agroindústria, cimento, mineração, papel e celulose, siderurgia e energia, segundo o *website* da própria instituição. Dessa forma, essas empresas investem na verticalização da cadeia de suprimento de energéticos para o autoconsumo em busca de maior garantia de suprimento, travamento de custos, previsibilidade de preços e competitividade industrial (ABIAPE, 2014). Atualmente, a ABIAPE mudou

seu escopo inicial, atuando no investimento de produção de energia de uma forma menos restrita, como grandes hidrelétricas e termelétricas. Todos os empreendimentos que os associados participam totalizam 23.098 MW de potência instalada, sendo que apenas 8.889 MW são específicos para o consumo próprio.

A tabela 2 compara a capacidade instalada de alguns setores industriais do Paraná em duas fontes: a hidrelétrica e a termelétrica convencional, a partir do relatório do Balanço Energético Nacional para o ano de 2016, do Ministério de Minas e Energia.

Tabela 2 - Capacidade instalada de autoprodutores (APE) de energia hidráulica e térmica convencional (em megawatts) em alguns setores industriais do Paraná. Elaborado pela autora. Fonte: EPE (2017).

Setor	Fonte Hidráulica	Fonte Térmica	Total
Cimento	1,4	-	1,4
Mineração de não-ferrosos	-	0,5	0,5
Alumínio	61,1	-	61,1
Química	-	9,0	9,0
Alimentos e bebidas	0,1	14,5	14,6
Álcool e Açúcar	-	465,3	465,3
Têxtil	-	-	-
Papel e Celulose	50,2	149,7	199,9
Cerâmica	-	-	-
Outros	5,1	16,7	21,8

Entre os maiores setores industriais do estado, estão o de Alimentos, Carroceria, Cimento e Celulose. A tabela mostra que dois desses maiores setores, (Alimentos e Celulose) realizam a maior parte da sua autoprodução a partir de fonte de energia térmica convencional, que tem potencial poluidor. O que já é um indicativo da importância de estudar a viabilidade para adentrar fontes renováveis e limpas na produção industrial. Por sua vez, a indústria do cimento promove autoprodução principalmente por via hidrelétrica, não havendo produção ou dados de outras fontes.

É evidente, então, o contraste destoante entre a necessidade e o grande interesse de cortar custos com energia em relação a uma quantidade baixa de

implantação de projetos como de autoprodução, ainda mais quando colocado sob uma ótica sustentável. O cenário parece mais preocupante, ainda, contextualizando que o Paraná tem a quarta tarifa de energia mais elevada entre as indústrias do país, pagando 12,5% mais que a média nacional (SENAI, 2016). As dificuldades de implantação, de reconhecer o investimento e a falta de incentivo podem ser motivos para isso. Portanto, instituições como a ABIAPE e a Fiep são exemplos de auxílio e parcerias que as indústrias podem procurar para adotarem novas alternativas que mudem a forma como consomem energia.

As possibilidades de realizar autoprodução exigem muito planejamento e enfrentam alguns desafios como o investimento alto, a adequação do projeto em uma planta já estabelecida e, em casos de algumas fontes, a possibilidade de uma variação significativa na geração de energia por alterações na hidrologia, incidência solar e de ventos. Lemos e Coelho (2015) analisaram custos de energia para indústria em diferentes cenários e constataram que a indústria que possui autogeração a partir de uma usina hidrelétrica de médio porte (construída em parceria com investidores) é o cenário onde conseguirá sempre o menor custo médio com energia e, por isso, este tipo de investimento se mostra muito interessante para aqueles que podem fazê-lo. No geral, há vantagens em relação à economia no pagamento dos serviços de transmissão (para aqueles que autoproduzem na própria planta), redução das perdas nas redes e melhor qualidade na energia produzida.

Cada indústria tem sua peculiaridade em relação a sua produção e demanda por energia por isso cada projeto é único e depende de muitos fatores. Mas alguns setores bem desenvolvidos no Paraná, como os de alimentos de origem vegetal e animal, papel e celulose, madeira, moveleiro e sucroenergético, se enquadram facilmente na geração de energia por biomassa.

Combustíveis fósseis, assim como a biomassa, também têm origem vegetal (como o carvão mineral) ou animal (como o gás natural e o petróleo), mas demandam milhões de anos para se formarem. Além da vantagem em ser renovável, a biomassa também tem um grau de poluição bem menor, principalmente quando se trata das emissões de dióxido de enxofre e gases que acentuam o efeito estufa. Do ponto de vista industrial, alguns setores geram resíduos da produção que podem ser reaproveitados em função do seu potencial energético. A biomassa é

apontada como uma fonte de baixo custo, já que os custos com matéria-prima podem ser zerados para alguns resíduos, incluindo os produzidos no local. Do mesmo modo, na maioria dos casos, sua utilização economiza em processos de eliminação, além de contribuir com o meio ambiente (SENAI, 2016).

O Oeste do Paraná já é bem desenvolvido nesse aspecto. A economia da região é voltada para o agronegócio, onde, segundo o Centro Internacional de Energias Renováveis – CIBiogás, é responsável por 26% de toda produção de grãos do estado (principalmente soja, trigo e milho), além de 30% da produção nacional da avicultura e 25% da bovinocultura. A suinocultura também tem grande destaque sendo bem desenvolvida no Oeste e Sudoeste do Paraná. Ainda vale destacar a feccularia, onde o Paraná é o terceiro maior produtor do país. O processamento da mandioca para produção de farinha ou amido gera grandes quantidades de resíduos líquidos com elevada carga orgânica que, ao passar por decomposição em biodigestores, produz o biogás.

As culturas animais permitem a geração de biogás através da digestão anaeróbia de matéria orgânica, como esterco de animais, lodo de esgoto, lixo doméstico, resíduos agrícolas, efluentes industriais e plantas aquáticas (COPEL, 2016b). SENAI (2016) aponta que biodigestores costumam ser de construção simples, de baixo consumo de energia, com conseqüente redução de custos operacionais, demandam pouca área e podem ser aplicados em pequena e em grande escala. Por isso, já era uma difundida fonte de energia (não só elétrica, mas como térmica e a vapor) para pequenos produtores rurais, mas está se ampliando e exigindo o desenvolvimento de sistemas industriais mais complexos acompanhando o crescimento e consolidação da agroindústria.

Os resíduos florestais também têm importantes potenciais energéticos dentro da indústria madeireira, moveleira e de papel e celulose. As indústrias de celulose, bem como as integradas (papel e celulose) geram grande parte da energia consumida (50 a 60%), a partir da lixívia produzida no próprio processo e de biomassa em geral (resíduos de madeira) (COELHO e IENO, 1993). O setor demanda muita energia para sua produção, mas também tem muito potencial de aproveitamento da própria celulose, da lignina e da lixívia negra. Um exemplo desse potencial bem aproveitado é a nova fábrica da Klabin (que começou a operar em 2016), produtora de celulose, na cidade de Ortigueira no interior do estado, que já foi

planejada para operar pensando nessa questão. A fábrica tem potencial de gerar até 270 megawatts apenas com aproveitamento de biomassa em co-geração num sistema fechado que permite o reaproveitamento dos produtos químicos e não gera dejetos e efluentes. Porém, serão 120 MW usados para abastecer a produção e os 150 MW excedentes podem ser vendidos ou disponibilizados na rede elétrica (KLABIN, 2016).

A produção de madeira, em forma de lenha, carvão vegetal ou toras, também gera uma grande quantidade de resíduos, que podem igualmente ser aproveitadas na geração de energia elétrica (ANEEL, 2005). Já a indústria moveleira tem seus resíduos transformados em madeira prensada chamada de briquete. O aglomerado compactado tem alto poder de queima, 50% em relação ao óleo combustível, e o preço é três vezes mais baixo (BRITO, 2017). No entanto, o recurso de maior potencial para geração de energia elétrica no país é o bagaço da cana-de-açúcar. O setor sucroalcooleiro ou sucroenergético, que é bem desenvolvido ao Norte do Paraná, gera grande quantidade de resíduos, que pode ser aproveitada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração (energia elétrica e térmica). Ao contrário da produção de madeira, o cultivo e o beneficiamento da cana são realizados em grandes e contínuas extensões, e o aproveitamento de resíduos (bagaço, palha, vinhoto etc.) é facilitado pela centralização dos processos de produção (CCEE, 2017).

Na produção de etanol, cerca de 28% da cana é transformada em bagaço sendo praticamente incinerado na produção de vapor de baixa pressão, onde 37% desse vapor é utilizado nas turbinas para produção de eletricidade (ANEEL, 2005). A vinhaça é outro resíduo do processamento da cana-de-açúcar e possui potencial poluidor. A produção de um litro de álcool gera 12 litros de vinhaça (SENAI, 2016). Esse resíduo costuma ser descartado em zonas de sacrifício e usado como fertilizantes com ressalvas, mas, também, possui potencial para obtenção de biogás por meio de biodigestão. Considerando os dados da safra de cana-de-açúcar de 2012/2013, o Paraná poderia produzir anualmente mais de 167.000.000 m³ de biogás, com potencial energético de 240 GWh de energia elétrica por ano (SENAI, 2016). O Balanço Energético Nacional de 2017 aponta que o bagaço de cana é o principal combustível para autoprodução do setor de Alimentos e Bebidas, que é um dos maiores do Paraná.

De forma geral, toda indústria com uma produção razoável de efluentes e resíduos orgânicos pode realizar algum tipo de processo para aproveitamento de biomassa sólida, líquida ou gasosa. Os setores industriais apresentados são os mais promissores e eficientes para essa prática no Paraná, além de já apresentarem certa adesão a esse aproveitamento energético. Mas, em muitos casos a eficiência/produção é baixa e a biomassa é usada apenas como um complemento. Além disso, o biogás tende a ser úmido e pode ter uma composição química com características corrosivas, fatores que podem danificar equipamentos. Outra desvantagem é que a oferta do material orgânico usado, muitas vezes, depende da sazonalidade da sua produção e pode ser alterado por fatores ambientais e climáticos.

A matriz energética de autoprodução por biomassa e hidroeletricidade, além de outras fontes, da indústria brasileira, em 2016, está mostrada na figura a seguir:

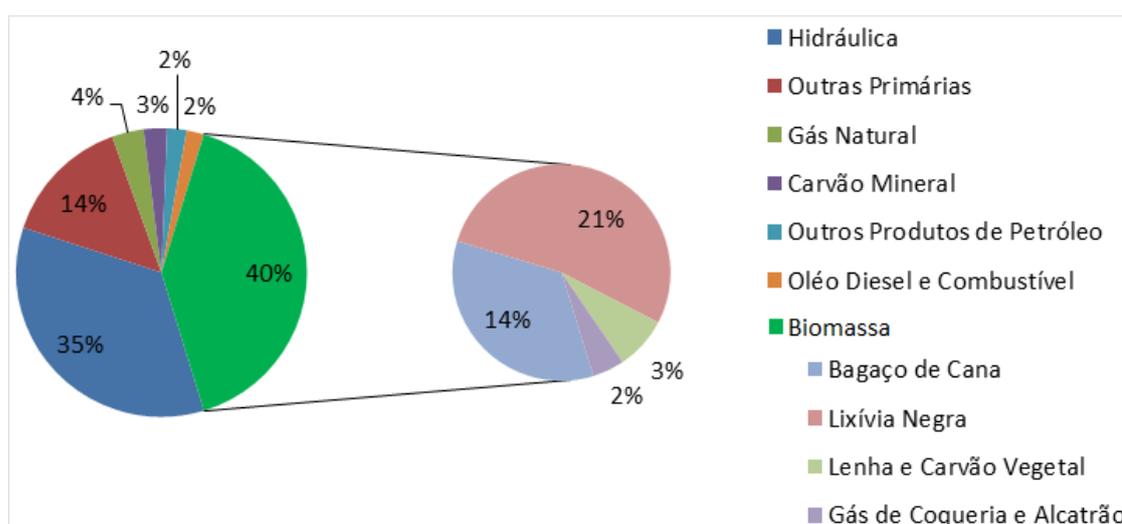


Figura 16 - Participação por fonte na Autoprodução de eletricidade no setor industrial brasileiro em 2016. Fonte: EPE (2017). Elaborado pela Autora.

Geralmente, autoprodução de hidroeletricidade por uma indústria se dá por meio de leilões da concessão ou autorização de consumir a energia produzida por uma usina. No contexto da geração descentralizada, são destacadas as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e as Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH). As definições de cada uma segundo a capacidade máxima e mínima, pela Aneel, são:

Tabela 3 - Faixa de potência para classificar empreendimentos de geração de energia hidráulica, segundo Resolução Aneel Nº 673 de 2015.

Empreendimento	Faixa de Potência
Central de Geração Hidráulica - CGH	Até 3 MW
Pequena Central Hidrelétrica - PCH	De 3 a 30 MW
Usina Hidrelétrica - UHE	Acima de 30 MW

Instaladas junto a pequenas quedas d'água, as PCHs e CGHs, no geral, abastecem pequenos centros consumidores – inclusive unidades industriais e comerciais individuais – e não necessitam de instalações tão extensas para o transporte da energia (CCEE, 2017). Pequenas centrais hidrelétricas, por definição da Aneel, são destinadas à produção independente, produção independente autônoma e autoprodução de energia. As menores áreas alagadas fazem o custo da energia produzida maior ao de grandes hidrelétricas, pois nos períodos de seca, sua geração de energia é reduzida. Por outro lado, o impacto ambiental e social é menor, pois emitem quantidades muito baixas de gases do efeito estufa, não necessita desmatar grandes áreas para alagamento, dificilmente sua construção exigiria realocar comunidades ribeirinhas ou alterar o microclima e hidrologia local.

Porém, esses empreendimentos possuem alguns desafios para serem construídos. ABRAPCH (2016), a Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas, critica a inviabilização dos projetos de implantação de empreendimentos principalmente por motivos burocráticos da Aneel. Amcham (2014) relata que o ciclo burocrático para uma PCH entrar em operação consome, em média, 10 anos. Por outro lado, as CGHs não exigem concessão, permissão ou autorização, apenas precisam ser comunicadas a Aneel. O investimento para possuir a própria hidrelétrica também pode ser um desafio. A montadora automobilística Volkswagen, no interior paulista, possui duas PCHs próprias que, juntas, suprem 40% da energia elétrica da fábrica e custaram R\$290 milhões.

Também é importante explorar as possibilidades para as fontes solar e eólica. Ambas podem ser utilizadas aproveitando espaços remanescentes na planta industrial, como telhados das construções prediais, no caso dos painéis solares, e em áreas abertas, no caso de turbinas eólicas de pequeno porte. O rápido avanço tecnológico para essas fontes também permite a construção de parques eólicos e

fotovoltaicos com preços cada vez mais baixos. Porém essa medida exige áreas de tamanho compatível com a demanda, assim como estudos de incidências de ventos e radiação solar. No entanto, o uso mais comum é em pequena escala para cobrir gastos energéticos das instalações prediais.

A empresa Solar Energy trabalha com instalação de painéis fotovoltaicos em comércios, residências e indústrias. Os projetos apresentados pela mesma que seriam ideias para os clientes industriais são aproveitamento dos telhados e criação de coberturas em estacionamentos que também fossem usados para alocar os painéis. Uma unidade da empresa de cosméticos Boticário, em São José dos Pinhais (Região Metropolitana de Curitiba), é cliente industrial da Solar Energy e informa ter a geração de 7.56 MWh/ano com seus painéis em telhados, além de ter neutralizado a emissão de 2.21 ton/ano de CO₂.



Figura 17 - Painéis fotovoltaicos em prédio da fábrica da empresa de cosméticos Boticário, em São José dos Pinhais - PR. Fonte: Solar Energy (2017).

Um dos maiores desafios para obter maior aproveitamento da energia solar e eólica, é a dificuldade de armazenamento do que é produzido pelas turbinas e painéis. Uma forma imediata de diminuir esse problema é ligando os novos sistemas à rede. Assim, durante o dia toda a energia é consumida e, durante a noite (ou enquanto não houver consumo), o restante é fornecido para a Copel em troca de créditos para consumo posterior, quando necessitar completar a demanda.

Por fim, a autoprodução será adotada quando compensar em relação aos gastos com energia da rede, levando em conta tempo para retorno do investimento, viabilidade para usar a fonte mais conveniente com o espaço e a produção, além dos incentivos do governo. Segundo Ancham (2014), por autoprodutores não

comercializarem energia, a indústria que investe em geração própria acaba privada dos incentivos oferecidos ao desenvolvimento das fontes alternativas o que é prejudicial à competitividade da indústria. Já para Mendes (2011), ter a própria fonte de energia na indústria para autoconsumo pode compensar financeiramente ao comercializar o excedente e na isenção de alguns encargos (CDE, TUST e TUSD) sobre a energia autoconsumida. Considerando que 70% da autoprodução no Brasil já é do setor industrial e produtores independentes, a autora defende que qualquer incentivo que seja dado incidirá sobre os consumidores finais desses autoprodutores.

6.3 AÇÕES E VISÕES DA FIEP E DA COPEL

Costuma-se definir o setor de energia como composto pela Geração, Transmissão e Distribuição (GTD). Mas se deve levar em conta, também, o consumo como parte desse processo, pois compete ao consumidor definir a quantidade da energia que será disponibilizada. Ou seja, os industriais, como grandes consumidores, devem assumir sua responsabilidade com a sociedade e com o meio ambiente, promovendo alguma medida de eficiência energética. Se é cobrada qualidade nos serviços de GTD, também deve ser cobrado do setor industrial e de todos os consumidores, suas responsabilidades com o recurso gerado.

Nesse contexto, a Fiep e a Copel são de extrema importância para determinar a demanda, relevância e possibilidades das energia renováveis na indústria do Paraná. Portanto, analisar qual a visão dessas instituições, assim como o que ambas estão fazendo nesse cenário, é um reflexo direto do rumo que o setor industrial está tomando em relação a questão energética. Dessa forma, também é possível especular com um embasamento confiável, de como será esse cenário em curto e longo prazo.

6.3.1 Fiep

Por meio de depoimento e entrevista⁵ com João Arthur Mohr, consultor do Conselho de Infraestrutura da Fiep, foi possível identificar não só visões pessoais do entrevistado, mas também da instituição a qual estava representando. Enquanto a biomassa sólida de resíduos florestais e bagaço de cana já se encontra mais estabelecida, Mohr destacou a exploração energética do biogás pela indústria agropecuária como muito importante para o setor, pois frequentemente exigem instalações simples e suprem boa parte da demanda de energia elétrica. Entre relatórios, publicações e eventos sobre biogás, a Fiep também participa do Programa Oeste em Desenvolvimento que objetiva o desenvolvimento dessa região por meio sustentável e através da tecnologia e inovação. O relatório Oeste em Desenvolvimento (2016), do Programa, destaca o biogás e investimentos com biodigestores, as grandes oportunidades da cadeia energética regional.

Outra medida que deve ser destacada, é a Câmara Técnica de Energia Fiep, criada no final de 2016 e é dividida em cinco grupos (SMART ENERGY, 2017b):

- a) Informação, com o objetivo de disseminar informações sobre os temas em congressos e seminários,
- b) Políticas Públicas negocia questões dessa área com poderes públicos,
- c) Planejamento Estratégico, que define planos de ações estaduais,
- d) Econômico, focado em questões relacionadas a parcerias e consórcios,
- e) Gás Natural, que procura garantir o fornecimento e implantação do gás natural.

Com esta Câmara Técnica, a Fiep permite às indústrias maior acesso a informação. Nesse contexto, ela tem realizado congressos e seminários, e também publicado regularmente informativos das Rotas estratégicas.

Um dos principais objetivos da Câmara é o fornecimento de gás natural em quantidade, qualidade e com preço justo para a indústria. Para Mohr, a transição para uma matriz energética renovável exige uma energia firme para garantir a segurança do sistema. O gás natural, além de garantir essa segurança, ainda tem vantagens em relação a outros combustíveis fósseis, como o GLP e o carvão mineral, por ser menos poluidor.

Além disso, a Câmara Técnica da Fiep é um canal direto para negociar as políticas públicas e planos de ação no setor energético. Uma ação importante no

⁵ Reunião realizada no dia 4 de outubro de 2017 em presença da autora e orientadora, na sede da Fiep, localizada na Rua Candido de Abreu, 200 – Curitiba/PR. Informações verbais, sem registros físicos.

contexto de políticas públicas é conseguir a adesão do Paraná ao convênio 16/2015 do Conselho Nacional de Política Fazendária – Confaz, que isenta cobrança do ICMS sobre geração de energia por fontes renováveis. Os estados que aderiram ao convênio, tem o imposto cobrado apenas sobre o que foi consumido da rede, sem cobrar sobre o que foi autogerado. No Paraná, o ICMS incide sobre todo o consumo, independente se parte dessa energia foi gerada pelo usuário. A medida favorece os sistemas de Geração Distribuída (geração elétrica realizada junto ou próxima do consumidor).

A Fiep tem mostrado grande interesse e investimento no gás natural, e também demonstra estar aberta a discussão por fontes alternativas e adepta às ideias de descentralização. É fácil entender que a estratégia de uma matriz de fontes renováveis mais o gás natural como energia firme, seja de interesse da Fiep, pois proporciona mais segurança, estabilidade e potencial competitivo para as indústrias.

6.3.2 Copel

Como empresa responsável pela maior parte da geração, transmissão e distribuição de energia elétrica do Paraná, a Copel pode incentivar a aplicação das energias renováveis para as indústrias, usando-as em sua matriz com um custo que seja competitivo. Apesar de novos investimentos em energia eólica, a principal ação da Copel é a entrada no Mercado Livre como comercializadora de energia. Para os consumidores, a Copel Comercializadora S.A oferece:

Análise da viabilidade e suporte na migração para o mercado livre; Suporte, adesão e representação junto à CCEE; Suporte na adequação do sistema de medição de energia; Suporte na celebração dos contratos de uso de demanda com a Distribuidora; Validação da medição, contabilização e liquidação da CCEE para evitar sobrecustos e penalidades; Monitoramento e controle do consumo; Demanda e fator de potência; Assessoria para a compra de energia; Realização de leilões de compra de energia; Relatórios gerenciais sobre a economia em relação ao mercado cativo (COPEL ENERGIA, 2017).

Segundo a Copel Energia (2017), de outubro a dezembro de 2017, o preço médio de comercialização da empresa, para a energia convencional deve girar em torno de R\$ 380/MWh e a energia incentivada em torno de R\$ 445/MWh. Isso mostra que o consumidor Livre que pode optar por energia convencional ou

incentivada enfrenta um custo consideravelmente maior para as fontes mais limpas. E, para os consumidores Especiais, como as pequenas indústrias, a opção mais custosa é a única o que pode ser um desafio na hora de fazer a transição do mercado regulado para o livre.

Além de comercialização, a Copel também participa do Mercado Livre como agente de geração e distribuidora de energia. Portanto, iniciativas para diminuir os encargos atribuídos ao serviço de transmissão para os consumidores Livres e, principalmente, os Especiais, que podem estimular adesões ao Mercado Livre, dependem diretamente da Copel.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia elétrica no Brasil, mais ainda no Paraná, possui um valor final carregado de encargos e impostos que se torna ainda mais significativo quando o consumo é grande, como é o caso das indústrias. Portanto, diminuir os gastos com eletricidade é importante para permitir o crescimento industrial e, junto a ele, todos os benefícios econômicos e sociais consequentes. As ações da Fiep em relação a eficiência energética comprovaram o interesse do setor que a instituição representa, principalmente quando a motivação é diminuir os custos e se tornar mais independente do mercado cativo.

Entre as formas de diminuir os custos com energia elétrica, a autoprodução mostrou bastante potencial e adesão para a biomassa. Apesar de se verificar a falta de dados em relação a indústrias autoprodutoras do Paraná, com a metodologia usada de pesquisas e entrevista, foi possível perceber o cenário geral e algumas tendências. No caso da biomassa, a aceitação se mostrou grande, pois muitas vezes o recurso já está bastante acessível, como é o caso de subprodutos ou resíduos da própria produção que possuem valor energético. E, mesmo assim, dificuldades de implantar um sistema para aproveitar esse potencial energético podem surgir, como o investimento inicial, falta de conhecimento técnico e baixa eficiência.

Uma importante dificuldade identificada foi à falta de oportunidades para a pequena indústria. A autoprodução por hidrelétricas foi a segunda mais significativa no setor industrial brasileiro (figura 15), mas tanto a construção de uma PCH própria quanto participar no consórcio de uma UHE, são consideravelmente inviáveis para a pequena indústria. O cenário para elas no Mercado Livre também se mostrou mais inóspito. Sendo classificadas como consumidores Especiais, a pequena indústria fica restrita às energias incentivadas e limpas, entretanto, essas são mais caras que as de outras fontes, às vezes mesmo com a redução dos tributos de distribuição. Assim, há a necessidade de existir mais incentivos específicos para a pequena indústria, principalmente nas políticas públicas, como também partindo da Fiep.

Quanto a autoprodução a partir de energia solar e eólica, também exige um investimento alto para suprir uma boa parte da demanda da indústria, além de espaço físico. Mas, para suprir o consumo de sedes e escritórios, a instalações de

geradores e painéis são acessíveis para indústrias de todos os portes, embora o tempo de retorno do investimento ainda pode ser alto.

Portanto, mesmo sendo reconhecidos a demanda pelo recurso energético, a relevância tanto econômica quanto ambiental, e o interesse das indústrias em fontes alternativas de energia, há fatores que desmotivam essa implantação. As políticas públicas se mostraram bastantes ineficientes em estimular o uso das fontes renováveis.

Políticas de incentivo financeiro são muito importantes para reduzir os riscos ao consumidor, e o governo possui programas com essa intenção, como o ProGD e o PROINFA. Porém, não tem sido suficiente e o cenário de regressão parece maior que o de progresso quando vemos as intenções dos representantes públicos. Um projeto de lei pretende aumentar a tarifa relacionada a transmissão e distribuição de quem produz a própria energia chegando a tornar a Geração Distribuída pouco factível no Brasil (PIERRY, 2017). Esse projeto de lei é um indicativo de que as políticas públicas não estão dando segurança ao investimento em fontes renováveis alternativas, e chegam até a ameaçar a viabilidade da geração própria. Além disso, a Copel planeja triplicar o número de usinas termelétricas a gás e carvão mineral até 2020 (JUNGES, 2015), o que pode indicar que ainda há uma grande dependência das usinas termelétricas.

Porém, o incentivo público deve ir além do investimento financeiro, pois a questão energética também depende de incentivos para o desenvolvimento tecnológico que ajude as fontes alternativas a se tornarem mais eficientes e acessíveis. Em notícia do jornal Estadão, Escobar (2017) mostra a proposta orçamentária do governo para 2018, onde há a intenção de corte de 25% na verba destinada para ciência e tecnologia, que já sofreu cortes em anos anteriores. Com esse reajuste, o orçamento corresponderia a menos da metade do orçamento de cinco anos atrás.

Além disso, também seria importante auxiliar as indústrias na divulgação de conhecimentos técnicos e de projetos energéticos, para dar mais segurança e eficiência ao investimento. Nesse aspecto, as instituições do Sistema FIEP se mostraram mais capazes.

Foi identificado, ainda, que as indústrias ainda são bastante dependentes do gás natural e, se depender da Fiep, a tendência é que seu uso só aumente. Isso é

reflexo de uma desvantagem das energias renováveis, que é a eficiência estar sujeita a fatores ambientais, como incidência de chuvas, de radiação solar e velocidade dos ventos.

O uso do gás natural, ao menos, pode contribuir com diversificação da matriz elétrica atual. As mudanças climáticas colocam em discussão a matriz energética brasileira bastante dependente das usinas hidrelétricas e, como segurança, as usinas termelétricas a base de gás e carvão. Com alterações ambientais, como a falta de chuvas que diminui a geração de energia em usinas hidrelétricas que operam a fio d'água, é necessário gerar mais energia através de termelétricas, aumentando o impacto ambiental e o preço final na conta de luz. É, então, necessário que exista uma energia firme que não dependa de fatores ambientais, mas que esteja assegurando uma matriz diversa e descentralizada que seja menos prejudicada quando há alterações climáticas significativas.

Embora a maior motivação por parte das indústria em investir em novas fontes de energia seja econômica, essa questão está intimamente ligada ao fator ambiental. É comum a visão da indústria como uma construção com grandes chaminés lançando fumaça no ar. E, de fato, o processo industrial é bastante poluidor. Mas, além da produção em si, a indústria deve assumir uma responsabilidade ambiental com a grande quantidade de energia elétrica que consome.

O impacto ambiental é inevitável para qualquer intervenção humana no meio ambiente, o uso de fontes renováveis não é diferente. Claro que esse impacto pode ser maior, como as emissões de metano por usinas hidrelétricas, ou menor, como painéis solares ao serem fabricados por processos poluidores. Mas uma matriz energética mais diversa, descentralizada e renovável é capaz de diminuir a intensidade desses impactos. Assim, é possível fornecer energia, um recurso fundamental, de forma mais acessível, limpa e inovadora, valorizando as indústrias do estado.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIAPE. Investimentos em Autoprodução de Energia Elétrica: **AP ANEEL 047/2004**. 2005. Disponível em: < <https://goo.gl/nmjfKw> >. Acesso em: 15 jun. 2017.

ABRACEEL a. Associação Brasileira de Comercializadores de Energia. **Mercado Livre de Energia Elétrica**: Um guia básico para consumidores potencialmente livres e especiais. Disponível em: < <https://goo.gl/YYFS7p> >. Acesso em: 21 set. 2017

ABRACEEL b: **Associação Brasileira de Comercializadores de Energia**. Brasília, jan. 2017. Anual. Disponível em: < <https://goo.gl/XyhUqW> >. Acesso em: 30 out. 2017

ABRADEE - Associação Brasileira de Distribuição de Energia Elétrica. **Tarifas de Energia**. 2016. Disponível em: <<http://www.abradee.com.br/setor-de-distribuicao/tarifas-de-energia/tarifas-de-energia>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

ABRAPCH. Associação Brasileira de Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas. **Ameaças ao desenvolvimento de PCHs e CGHs**. 2016. Disponível em: <<http://www.abrapch.org.br/pchs/ameacas-ao-desenvolvimento-de-pchs-e-cghs>>. Acesso em: 14 out. 2017.

AGÊNCIA Fiep. **Geração própria de energia pode se tornar alternativa para as empresas**. 2016. Disponível em: < <https://goo.gl/kR89nz> >. Acesso em: 03 jun. 2017.

AMCHAM (São Paulo). American Chamber Of Commerce For Brazil. **Autoprodução de energia eleva competitividade da indústria nacional, defendem empresas e entidades**. 2014. Disponível em: < <https://goo.gl/WAk9JX> >. Acesso em: 14 out. 2017.

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica no Brasil**. 2. ed. Brasília: Cedoc, 2005.

ANEEL. **Por dentro da conta de luz**: Informação de utilidade pública. 4. ed. Brasília: Aneel, 2008. 32 p.

ANEEL. **Resolução Normativa nº482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 15 de junho de 2017.

ANEEL . **Informações Técnicas: Conta de Desenvolvimento Energético**. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/informacoes-tecnicas/-/asset_publisher/CegkWaVJWF5E/content/conta-de-desenvolvimento-energetico-cde/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 15 de Junho de 2017

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Matriz de Energia Elétrica**.2017a. Disponível em: < <https://goo.gl/cU3eYw> >. Acesso em: 20 nov. 2017.

ANEEL. **Por dentro da conta de luz da Copel**. 2017b Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_copel_pdf.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

ANEEL. **Plano de Dados Abertos 2016-2017**. 2017c. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/15191504/DD_IG_1_10.pdf/f4abc8a9-a37a-d11f-5389-448470f77bae>. Acesso em: 27 nov. 2017.

BETTIM, Felipe. **Marketing Ambiental: Conceitos e aplicação**. 2011. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/producao-academica/marketing-ambiental-conceitos-e-aplicacao/4050/>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

BIO EXTRATUS (Minas Gerais). **Bio Extratus torna-se empresa auto sustentável em geração de energia elétrica**. 2016. Disponível em: <http://bioextratus.com.br/bio-extratus-torna-se-empresa-auto-sustentavel-em-geracao-de-energia-eletrica/#gs.=02cT_4>. Acesso em: 5 abr. 2017.

BOONE, C., 2013. **Despacho de Microgeração em um Ambiente de Microrrede**. 2013, Disponível em: < <https://goo.gl/KahYrZ> >. Acesso em: 15 set. 2017

BRAGUETO, Claudio Roberto. **O processo de industrialização do Paraná até a década de 1970**. Geografia: Revista do Departamento de Geociências, Londrina, v.8, n.2, p.149- 160, jul./dez. 1999.

BRASIL tem energia mais cara para indústria do mundo, segundo Firjan. **Folha**. Rio de Janeiro, p. 0-1. 27 mar. 2015. Disponível em: < <https://goo.gl/AmkzUW> >. Acesso em: 22 out. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Brasil lança Programa de Geração Distribuída com destaque para energia solar**. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/W1qvsj>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

BRASIL. **Decreto n. 2003, de 10 de setembro de 1996**. Regulamenta a produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor e dá outras providências, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2003.htm>. Acesso em: 15 jun. 2017.

BRASIL. Constituição (2001). Lei nº 24, de 5 de julho de 2001. **Câmara da Gestão da Crise Energética Elétrica**. Brasília, UF.

BRASIL. Constituição (2002). Lei nº 10438, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, UF

BRASIL. Constituição (2003). Lei nº 10762, de 11 de novembro de 2003. Dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica, altera as Leis nos 8.631, de 4 de março de 1993, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, UF,

BRASIL. Lei n. 9648 de 27 de maio de 1998. Altera dispositivos das Leis no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 8.666, de 21 de junho de 1993, no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no 9.074, de 7 de julho de 1995, no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências.

BRASIL. Constituição (2007). Lei nº 11488, de 15 de junho de 2007. Cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infra-Estrutura - REIDI; reduz para 24 (vinte e quatro) meses o prazo mínimo para utilização dos créditos da Contribuição para o PIS/Pasep e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social - COFINS decorrentes da aquisição de edificações; amplia o prazo para pagamento de impostos e contribuições; altera a Medida Provisória no 2.158-35, de 24 de agosto de 2001.

BRASIL. Constituição (2015). Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST.. **Resolução Normativa Nº 687, de 24 de Novembro de 2015**.

BRASIL. Departamento de Gestão do Setor Elétrico. Ministério de Minas e Energia. **Informativo da Gestão do Setor Elétrico: 1º quadrimestre de 2017**. Brasília:, 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/ftVoHa>>. Acesso em: 19 jun. 2017.

BRITO, Poliane. **Na indústria nada se perde, tudo se transforma**. Indústria em Revista, Paraná, n. 15, p.12-15, set. 2017. Trimestral.

BUNEDER, Diogo; CAMPONOGARA, Giovani; PANTALEÃO, Pedro. **Microprodução, miniprodução, autoprodução e produção independente de energia**. 2014. 6 f. Trabalho acadêmico - Curso de Engenharia de Energia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

CÂMARA Técnica de Energia. **Smart Energy b**. Curitiba, p. 27-27. set. 2017.

CAMPAGNOLO, Edson. O incentivo a fontes alternativas de energia. **Gazeta do Povo**. Curitiba, 8 set. 2015. Disponível em: < <https://goo.gl/A4qdoj>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

CANTON, Maicon. **Energias renováveis no contexto do Setor Elétrico Brasileiro: fundamentos e perspectivas de atuação da Companhia Paranaense de Energia - COPEL.**– Curitiba: 2014.

CCEE. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Fontes**. Disponível em: <<https://goo.gl/CvBon6>>. Acesso em: 21 out. 2017.

CELESC (Santa Catarina). Centrais Elétricas de Santa Catarina. **O Mercado de Energia**. Disponível em: <<http://www.celesc.com.br/portal/index.php/celesc-geracao/comercializacao/o-mercado-de-energia>>. Acesso em: 15 out. 2017.

Coelho, S.T., Ieno, G.O., 1993, **Cogeração de Eletricidade nas Indústrias de Papel e Celulose**. Estudo realizado sob contrato com União Européia. IEE/USP. São Paulo.

COPEL. **Relatório da administração e demonstrações contábeis**. Curitiba: Copel Geração S.A., 2004.

COPEL. **História da Energia no Paraná**. 2016a. Disponível em: <<https://goo.gl/1HqiHs>>. Acesso em: 19 abr. 2017

COPEL. **Biomassa**. 2016b. Disponível em: < <https://goo.gl/r5dSma>>. Acesso em: 21 out. 2017.

COPEL. **História da Copel**. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/zr7f3x>>. Acesso em: 27 jun. 2017.

COPEL ENERGIA. **O Mercado Livre**. 2017. Disponível em: <<http://www.copelenergia.com.br/hpenergia/root/index.jsp>>. Acesso em: 31 out. 2017.

COSTA, Luciano. **Indústria começa 2017 com maior consumo de energia**. Exame. São Paulo, 3 mar. 2017. Disponível em:

<<https://exame.abril.com.br/economia/industria-comeca-2017-com-maior-consumo-de-energia/>>. Acesso em: 22 set. 2017.

EICKHOUT, B.; ELZEN, M.g.j. Den; KREILEMAN, G.j.j.. **The Atmosphere-Ocean System of IMAGE 2.2: A global model approach for atmospheric concentrations, and climate and sea level projections..** 63 f. National Institute For Public Health And The Environment, Veldhoven, Holanda, 2004

ENERGIA elétrica fica 5,62% mais cara para indústria. **Diário dos Campos**. Ponta Grossa, 22 jun. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/MpNUxT>>. Acesso em: 30 set. 2017

ENERGISA. **Composição da Tarifa**. Disponível em: <<https://goo.gl/FuYbM7>>. Acesso em: 5 dez. 2017.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Ministério de Minas e Energia. **Balço Energético Nacional 2017**. Rio de Janeiro, 2017. 295 p. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2017.

ESCOBAR, Herton. Governo propõe 25% de corte no orçamento de ciência e tecnologia para 2018. **Estadão**. São Paulo, p. 1-1. 8 nov. 2017. Disponível em: <<http://ciencia.estadao.com.br/blogs/herton-escobar/governo-propoe-25-de-corte-no-orcamento-de-ciencia-e-tecnologia-para-2018/>>. Acesso em: 30 nov. 2017.

ESTADÃO (São Paulo). **Honda inaugura no Rio Grande do Sul seu primeiro parque eólico do mundo**. Estadão, 27 nov. 2014. Economia e Negócios. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/blogs/retratos-da-economia/honda-inaugura-no-rio-grande-do-sul-seu-primeiro-parque-eolico-do-mundo/>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

FIEP. **Paraná em dados**. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/PMe5AH>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

FIEP. **Paraná em dados**. 2016. Disponível em: <http://reitoria.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/12/Parana_em_Dados_2016-IEL-FIEP.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2017.

FIEP. **Medidas podem ajudar a indústria a economizar até 25% na tarifa de energia elétrica**. 2017. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/boletimsindical/sindemon/News16905content256444.shtml>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

FIRJAN, Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. **Quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil?**. 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/sistema-firjan-quanto-custa-energia-eletrica-2011.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2017.

FONSECA, Priscila Kelly de Araújo. **O Marketing verde como uma vantagem competitiva na empresa**. 2008. 12 f. Monografia (Especialização) - Curso de Administração, Ciências Administrativas e Econômicas, Centro Universitário de João Pessoa-unipe, João Pessoa, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GREENPEACE. **Energias renováveis contra o aquecimento global**. 2008. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/O-que-fazemos/Clima-e-Energia/>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

IBGE (Brasil). Comissão Nacional de Classificação. **Classificação nacional de atividades econômicas: CNAE**. Rio de Janeiro: Ibge, 2002. 344 p.

IMPRESA VOLKSWAGEN. **Pequena Central Hidrelétrica**. Disponível em: <<http://vwbr.com.br/ImprensaVW/page/Pequena-Central-Hidreletrica.aspx>>. Acesso em: 14 out. 2017.

IPARDES. **Indicadores Selecionados**. 2017. Disponível em: <http://www.ipardes.pr.gov.br/pdf/indices/indicadores_selecionados.pdf>. Acesso em: 14 set. 2017

IRENA, International Renewable Energy Agency. **Renewable Power Generation Costs in 2014. 2015**. Disponível em: < <https://goo.gl/tP4ouU> >. Acesso em: 03 jun. 2017.

IPCC, 2014: **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change**. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

JUNGES, Cíntia. Copel planeja triplicar geração termelétrica em cinco anos. **Gazeta do Povo**. Curitiba, p. 1-1. 5 maio 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/3yNTkg>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

KLABIN (Ortigueira/pr). **Klabin inaugura fábrica de celulose no Paraná.** 2016. Disponível em: <<https://www.klabin.com.br/pt/imprensa/releases/klabin-inaugura-fabrica-de-celulose-no-parana/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

LEMOS, Frederico Coutinho Carvalho Silva; COELHO, Gabriel de Souza. **Análise da compra de energia elétrica dos grandes consumidores considerando as energias renováveis.** 2015. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <<http://www.eletrica.ufpr.br/p/arquivostccs/398.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.

MAGALHÃES FILHO, F. B. B. (1999). **Da construção ao desmanche:** análise do projeto de desenvolvimento paranaense. Curitiba: IPARDES, 2006.

MANTOVANI, Ana Margô. **Paraná: história.** 2003 « <https://goo.gl/tTfgF3> ». Laboratórios de Informática Unilasalle. Consultado em 03 de março de 2017

MENDES, Ana Luisa Souza. **O papel da autoprodução e produção independente de energias renováveis no mercado brasileiro de energia elétrica.** 2011. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011. Disponível em: < <https://goo.gl/y35X33> >. Acesso em: 13 set. 2017.

MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA. **Visão Geral.** Disponível em: <<http://www.mercadolivredeenergia.com.br>>. Acesso em: 14 out. 2017.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Gestão do Setor Elétrico: Informativo.** 2016. Disponível em: < goo.gl/GP3X6p > Acesso em: 15 jun. 2017.

OESTE EM DESENVOLVIMENTO (Cascavel/pr). **Câmara Técnica de Energias: Relatório de Encontro III.** 2016. Disponível em: <http://www.oesteemdesenvolvimento.com.br/admin/uploads/texteditor/txt_14751512138389.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

PARANÁ. Secretaria do Estado do Paraná. **Parceria entre BRDE e indústrias favorece projetos de eficiência energética.** Agência de Notícias do Paraná. Curitiba, 09 set. 2015. Disponível em: < <https://goo.gl/tRm6CK> >. Acesso em: 30 out. 2017.

PARANÁ. Decreto n. 11671 de 16 de Julho de 2014. **Dispõe sobre o Programa Paranaense de Energias Renováveis** – Iluminando o Futuro e prevê medidas de incentivo à produção e uso de energia renovável.

PIERRY, Flávia. Reforma do setor elétrico ameaça inviabilizar geração caseira de energia. **Gazeta do Povo**. Brasília, p. 1-1. 17 nov. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/8t1dbN>>. Acesso em: 27 nov. 2017.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Confederação Nacional das Indústrias. **Soluções em Renováveis e Energéticas**. Disponível em: <<https://goo.gl/hcFX5r>>. Acesso em: 15 set. 2017.

PUEYO, Salvador; FEARNSSIDE, Philip M.. **Emissões de Gases de Efeito Estufa dos Reservatórios de Hidrelétricas**: Implicações de Uma Lei de Potência. *Oecologia Australis*, Barcelona, v. 2, n. 15, p.199-212, jun. 2011

ROKEMBACH, Helena Leal. **Aspectos sociais relacionados à difusão dos sistemas fotovoltaicos conectados à rede em residências na cidade de Curitiba**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SANTANA, Lucas. **Vender Energia Solar**: Verdade Que Muitos Ignoram. 2017. Disponível em: <<http://blog.bluesol.com.br/vender-energia-solar/>>. Acesso em: 5 dez. 2017.

SEEG – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (Brasil). **Observatório do Clima**. Emissões Totais. 2016. Disponível em: <http://plataforma.seeg.eco.br/total_emission>. Acesso em: 03 jun. 2017.

SENAI. **Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná**. 2014. Disponível em: <<http://www.sistemafiep.org.br/relacoes-internacionais/uploadAddress/Biogas%5b73656%5d.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

SENAI. **Oportunidades da Cadeia Produtiva de Biogás para o Estado do Paraná**. 2016. Disponível em: <[http://www.fiepr.org.br/observatorios/uploadAddress/Caderno-Biogas\[70131\].pdf](http://www.fiepr.org.br/observatorios/uploadAddress/Caderno-Biogas[70131].pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2017.

SETEC, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Ministério da Educação. **O Paraná não é apenas o maior produtor de grãos do País**: Indicadores Socioeconômicos. Paraná: 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/indicad_pr.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

SOLAR ENERGY. **Energia Solar Industrial**. Disponível em: <<http://solarenergy.com.br/energia-solar/industrial/>>. Acesso em: 15 set. 2017.

SPENCER DALE . **Energy in 2015: A year of plenty**. Londres: **BP**, 2016. 21 f. Disponível em: <<http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energy-2016-spencer-dale-presentation.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

STJ – Supremo Tribunal de Justiça. **Súmula n. 391** de junho de 2013. Disponível em: < https://ww2.stj.jus.br/docs_internet/revista/eletronica/stj-revista-sumulas-2013_36_capSumula391.pdf> Acesso em: 15 de junho de 2017.

SUSS, Liana. **Crise afeta 79% das fábricas do Paraná**. 2015. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/crise-afeta-79-das-fabricas-do-parana-4fucmgxm0i9v2ozkgy4dnlqu5>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

TRANSIÇÃO para Mercado Livre de Energia: Copel Comercializadora ajuda pequena indústria e comércio nos trâmites burocráticos e oferece serviço de consultoria. **Smart Energy a**. Curitiba, p. 16-20. set. 2017

UFPR. **Um século de eletricidade do Paraná**. Curitiba: COPEL, 1994.