

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EMERSON CAZUZA DA SILVA

**FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA: ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DE
ACESSO NO CONTEXTO ECONÔMICO E SOCIOPOLÍTICO DO MEIO RURAL
PARANAENSE**

LAPA

2018

EMERSON CAZUZA DA SILVA

**FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA: ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DE
ACESSO NO CONTEXTO ECONÔMICO E SOCIOPOLÍTICO DO MEIO RURAL
PARANAENSE**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado, Curso de Licenciatura em Educação do Campo, Ciências da Natureza, com habilitação em Química, Física e Biologia, do Setor Litoral da Universidade Federal Do Paraná.

Orientador: Prof. Júlio César David Ferreira.

LAPA

2018

TERMO DE APROVAÇÃO

EMERSON CAZUZA DA SILVA

FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA: ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DE ACESSO
NO CONTEXTO ECONÔMICO E SOCIOPOLÍTICO DO MEIO RURAL PARANAENSE

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Educação do Campo, Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Educação do Campo com habilitação em Ciências da Natureza.



Prof. Dr. Júlio César David Ferreira (Orientador)

Licenciatura em Educação do Campo: Ciências da Natureza
Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná



Prof. Dr. Gilson Walmor Dahmer

Licenciatura em Educação do Campo: Ciências da Natureza
Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná



Prof. Me. Ehrick Eduardo Martins Melzer

Licenciatura em Educação do Campo: Ciências da Natureza
Setor Litoral, Universidade Federal do Paraná

Matinhos, 17 de outubro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos e todas, estudantes, professores, familiares e ao meu orientador, professor Júlio Ferreira, pela dedicação de seus respectivos tempos de suas vidas contribuindo para que este trabalho se concretizasse.

“O sucesso prático de uma ideia, independente do seu próprio mérito, depende da atitude dos contemporâneos (dos interesses da elite). Se (ela) é oportuna, é rapidamente adotada, mas se não é, ela é arrancada como um broto para fora da terra no chão quente, apenas para (que) seja retardado o seu crescimento na geada (o tempo) do sucesso.”

Nikola Tesla

RESUMO

O trabalho que se segue tem como objeto da pesquisa as fontes alternativas de energia, e o seu respectivo papel no processo de permanência dos povos do campo. Para isso, o principal objetivo é analisar através da pesquisa bibliográfica, os principais fatores que, na opinião do autor, tornam as fontes alternativas de geração de energia exemplos viáveis para aplicação em escala reduzida, destinada a utilização em locais sem acesso à eletricidade, focando-se principalmente no uso rural, e tomando isso como possíveis alternativas tendo em vista realidades de vida onde não se apresentam perspectivas de acesso à eletricidade. Para isso, primeiramente é feita uma abordagem a partir de dados coletados sobre a situação energética atual brasileira, fazendo um recorte para a realidade específica do estado do Paraná. Este recorte aborda algumas pesquisas na área de energia, e sistematiza um quadro da realidade do acesso à energia, em relação às regiões onde até o presente momento sua disponibilidade está sendo impedida de alguma forma. É feita a partir dessa problemática uma abordagem do ponto de vista econômico e também sociopolítico do cenário energético, concentrando-se na realidade de vida dos povos do campo, e tendo essa análise como fio condutor do trabalho. A partir dessa abordagem a pesquisa se concentra na área de geração de energia alternativa, buscando fazer um diagnóstico dos processos de geração de eletricidade mais conhecidos e utilizados atualmente, culminando na sistematização das possíveis alternativas viáveis de fontes de energia renováveis e formas de produção alternativas, dadas as situações em que a luta pelo direito básico ao acesso e uso de energia pelos povos do campo e cidade não lhes é concedido.

Palavras-chave: Energia Renovável. Contexto sociopolítico. Povos do Campo.

RESUMEN

El trabajo que sigue tiene como objeto de la investigación las fuentes alternativas de energía, y su respectivo papel en el proceso de permanencia de los pueblos del campo. Para ello, el principal objetivo es analizar a través de la investigación bibliográfica, los principales factores que, en la opinión del autor, hacen las fuentes alternativas de generación de energía ejemplos viables para aplicación a pequeña escala, destinada a la utilización en locales sin acceso a la electricidad, enfocándose principalmente en el uso rural, y tomando esto como posibles alternativas teniendo en vista realidades de vida donde no se presentan perspectivas de acceso a la electricidad. Para ello, primero se hace un abordaje a partir de datos recolectados sobre la situación energética actual brasileña, haciendo un recorte para la realidad específica del estado de Paraná. Este recorte aborda algunas investigaciones en el área de energía, y sistematiza un cuadro de la realidad del acceso a la energía, en relación a las regiones donde hasta el momento su disponibilidad está siendo impedida de alguna forma. Se hace a partir de esta problemática un enfoque desde el punto de vista económico y también sociopolítico del escenario energético, concentrándose en la realidad de vida de los pueblos del campo, y teniendo ese análisis como hilo conductor del trabajo. A partir de este enfoque la investigación se concentra en el área de generación de energía alternativa, buscando hacer un diagnóstico de los procesos de generación de electricidad más conocidos y utilizados actualmente, culminando en la sistematización de las posibles alternativas viables de fuentes de energía renovables y formas de producción alternativas, que la lucha por el derecho básico al acceso y uso de energía por los pueblos del campo y ciudad no les es concedido.

Palabras clave: Energía renovable. Contexto sociopolítico. Pueblos del Campo.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Potencial Estimado no Estado do Paraná	29
Tabela 2- Porcentagem de participação das fontes na geração de eletricidade	34

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1- Exemplo de modelo de motor Stirling de baixo custo	45
Imagem 2- motor Stirling movido à biomassa.	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-Matriz Energética Brasil/Mundo.....	16
Gráfico 2- Atual matriz energética mundial	17
Gráfico 3- Atual matriz energética Brasileira.....	17
Gráfico 4-Oferta de Energia elétrica por fonte	19
Gráfico 5-Evolução da Produção Paranaense de Energia	22

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 DISTRIBUIÇÃO ENERGÉTICA NO TERRITÓRIO NACIONAL	14
1.1 DO BRASIL AO ESTADO DO PARANÁ: O CENÁRIO ECONÔMICO DA ENERGIA	20
2 AS FORMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEIS EM DESENVOLVIMENTO	27
3 QUESTÕES SOCIOPOLÍTICAS NO CENÁRIO ENERGÉTICO E OUTROS FATORES QUE INFLUENCIAM NA DISPONIBILIDADE DA ENERGIA NO CAMPO	30
4.1 PRINCIPAIS FONTES RENOVÁVEIS DE GERAÇÃO DE ENERGIA FAVORÁVEIS AO USO NO MEIO RURAL	37
4.2 BIOMASSA E DERIVADOS: CONCEITOS E POTENCIALIDADES	38
4.3 ENERGIA SOLAR E ENERGIA EÓLICA: CONCEITOS E POTENCIALIDADES	40
5 PROPOSTAS DE SISTEMAS GERADORES	43
5.1 O CICLO STIRLING NA ENERGIA RENOVÁVEL	44
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	50

INTRODUÇÃO

A realidade do acesso à energia, no Paraná ou em qualquer outra região brasileira está baseada nas relações econômicas, sociais, políticas e humanas que regem nossa sociedade. A partir disso, neste trabalho, se pretende mostrar a importância dessa abordagem ampla em relação à problemática da realidade energética, trabalhada ao longo do texto. Portanto, a temática deste trabalho se desenvolve tendo por base uma contextualização da origem da pesquisa, e os motivos que a levaram a ser desenvolvida, onde a questão principal de debate surge a partir da realidade vivida pelo autor. Realidade essa em que durante anos não houve acesso à eletricidade, na comunidade denominada de Acampamento Mario Lago, localizada no município de Irati, PR. Diante disso, sempre houve grande necessidade de adaptação de vida levando em consideração o não acesso à energia elétrica.

A produção orgânica de hortaliças ainda hoje é a base do desenvolvimento das famílias do Acampamento, em especial a família do autor, que depende exclusivamente da venda de sua produção para a renda geral. Diante disso, são compreensíveis as necessidades existentes (na questão energética), para uma produção orgânica de qualidade, como por exemplo, o acesso à água. Levando em conta isso, na época sem eletricidade a produção se restringia àquelas áreas de melhor acesso à água, limitando a área de plantio, e, conseqüentemente, diminuindo a produção, além da clara dificuldade da irrigação manual.

Para que tenhamos uma ideia a respeito do cenário político em que essa realidade esteve presente, se faz necessário realizarmos um apontamento a respeito da conjuntura nacional. Nessa época (anterior ao acesso à eletricidade no acampamento), programas como Luz para Todos já estavam presentes no campo, contribuindo para o processo de ampliação do setor energético e do acesso à eletricidade. Para efeitos de referência, como aponta a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios¹ (PNAD), houve um crescimento de aproximadamente 0,3% na proporção da população com acesso à eletricidade, na série histórica de 2011 a 2015. Também nessa pesquisa, o número de residências com acesso aos utensílios e eletrodomésticos cresce respectivamente na mesma proporção da aquisição financeira e do acesso à eletricidade. (BRASIL, 2015, não p.)

¹ O PNAD obtém informações anuais sobre características demográficas e socioeconômicas da população, como sexo, idade, educação, trabalho e rendimento, e características dos domicílios, e, com periodicidade variável, informações sobre migração, fecundidade, nupcialidade, entre outras, tendo como unidade de coleta os domicílios. (BRASIL, 2018, não p.)

Citado nos dados do programa “Luz para Todos”, a sua síntese de indicadores aponta para um crescimento da obtenção de itens gerais, como eletrodomésticos, eletrônicos, e equipamentos de uso agrícola em geral, em virtude da ampliação do acesso à energia elétrica no campo. (BRASIL, 2017, não p.).

Mesmo com tais avanços na questão política, de forma geral alguns entraves permaneceram, presentes quando retomamos a análise a partir do contexto da vida no acampamento, despertando a curiosidade a respeito das possíveis soluções para essa questão energética, o que, posteriormente, trouxe para o debate em questão. Foram anos buscando alternativas para o problema do acesso à água (que não se limitava a onde se teriam as hortas, mas também influenciou diretamente onde se construíram as residências das famílias, que hoje se localizam em pontos estratégicos de acesso à água por gravidade), desde o uso de bombas à combustível, que se tornaram inviáveis financeiramente, até o uso de algumas alternativas menos conhecidas, como o uso de carneiros hidráulicos², mas que também não suportaram a demanda de uso de água.

Há que se lembrar dos motivos desse não acesso à energia elétrica. Como se trata de um acampamento, a irregularidade da área perante o Estado impedia qualquer tentativa por parte da comunidade para tal acesso. Diante disso, através da organização coletiva a comunidade entrou em processo de Usucapião da área, que atualmente está ocupada por 13 famílias, muitas delas a mais de 30 anos de residência. Uma vez em processo de posse, foi possível a implantação da rede elétrica, que por anos esteve a apenas alguns metros de algumas casas, mas ao mesmo tempo o seu acesso era impedido por outras questões além da burocracia. É justamente onde entra a pesquisa em si, no sentido de compreender, a partir da análise da matriz energética, os motivos que impedem o acesso à eletricidade em locais que vivenciam essa mesma realidade, fazendo essa relação com o cenário sociopolítico atual da geração e distribuição energética, além de trazer perspectivas de pesquisa que possam contribuir para o acesso à energia nesses processos anteriores à instauração da rede elétrica nessas comunidades, acampamentos ou quaisquer outras áreas rurais.

² Trata-se de um dispositivo hidráulico que se utiliza da mecânica dos fluidos para aproveitar a energia cinética de uma queda d'água controlada, a qual gera força mecânica que é responsável por bombear uma pequena porcentagem da água total do sistema para altitudes superiores ao nível geral do reservatório de água utilizado. Em síntese, utiliza a própria força da queda de água para bombear parte da mesma água. (AUTOR, 2018).

1 DISTRIBUIÇÃO ENERGÉTICA NO TERRITÓRIO NACIONAL

Saber como o acesso à energia elétrica se distribui no território nacional é uma das questões que nos trazem para a raiz dessa pesquisa. Em um país tão rico energeticamente como o Brasil, entender as relações que se desenvolvem a respeito da distribuição de eletricidade é essencial na compreensão da forma irregular com que o acesso à energia elétrica se dá, e nesse processo, a importância de se trabalhar suas contradições existentes entre a grande disponibilidade de geração de energia, comparada à existência de locais sem acesso a tal recurso.

A fim de compreender essa problemática, a princípio foram sistematizados os dados coletados sobre o atual cenário energético brasileiro, e a partir disso se fez necessário fazer um recorte geográfico dessa temática, onde se optou por fazer uma análise do sistema energético do estado do Paraná, na matriz energética convencional e das fontes renováveis. Foram feitas análises nessa área de estudo fazendo um recorte das pesquisas desenvolvidas entre os anos 2000 até meados do ano de 2018, com apontamentos anteriores. Escolheu-se pesquisar a partir desse período, pois se trata de um momento histórico importante a se analisar na perspectiva da área da energia, pois é nesse momento em que houve as primeiras grandes crises energéticas no Brasil, que se popularizaram como os temidos “apagões”. Para termos uma ideia do cenário da época, vejamos através de um trecho do site da revista Superinteressante, onde se aborda a questão dos apagões do ano de 2001:

A crise energética estava ligada principalmente à falta de planejamento no setor e à ausência de investimentos em geração e distribuição de energia. [...]. Outro fator que contribuiu para agravar a situação foi o fato de que mais de 90% da energia elétrica do Brasil era produzida por usinas hidrelétricas, que necessitam de chuva para manter o nível adequado de seus reservatórios para a geração de energia. Entretanto, naquele ano houve uma escassez de chuva e o nível de água dos reservatórios das hidrelétricas estava baixo. Além disso, a ausência de linhas de transmissão impediu o governo de manejar a geração de energia de onde havia sobra para locais onde havia falta de eletricidade. [...]. Todavia, o que marcou a população foram as medidas do governo federal para forçar os brasileiros a racionar energia. A partir de 1º de julho de 2001, os consumidores tiveram que cortar voluntariamente 20% do consumo de eletricidade, caso contrário, teriam um aumento no valor da energia. (BRASILESCOLA. UOL, 2018. Não paginado).

A situação nesse período nos permite analisar como se deram as políticas públicas em relação à iminente ameaça de queda de energia a nível nacional, o que, para muitos, não

foram em si satisfatórias. Os planos do governo Fernando Henrique Cardoso (FHC), a respeito das reformas no setor energético da época, são tratados no trecho a seguir, extraído de um artigo on-line que aborda exatamente as políticas públicas desenvolvidas pelo governo vigente nesse período.

A exemplo disso, órgãos governamentais como a Eletrobrás [³], propuseram inclusive que algumas das regras adotadas pelo governo poderiam trazer inclusive prejuízos a longo prazo, como “[...]Grande perda de confiabilidade do sistema no novo modelo após a privatização[...]Grande elevação tarifária para os consumidores, uma vez que via leilão de privatização, ou venda direta de patrimônio, novos custos serão imputados ao setor elétrico, não necessariamente compensado pela redução de custos via o dogma da maior eficiência do setor privado, e amplificados por uma maior taxa interna de retorno desse mesmo setor.” (GOLDENBERG; PRADO, 2003. Não paginado).

Partindo desta contextualização, para entendermos como o cenário energético atual se desenrola primeiramente, se faz necessário apresentar uma síntese dos principais fatores que contribuíram para os acontecimentos da época, e relacionarmos isso ao que vivenciamos atualmente em relação ao tema das fontes de produção de energia.

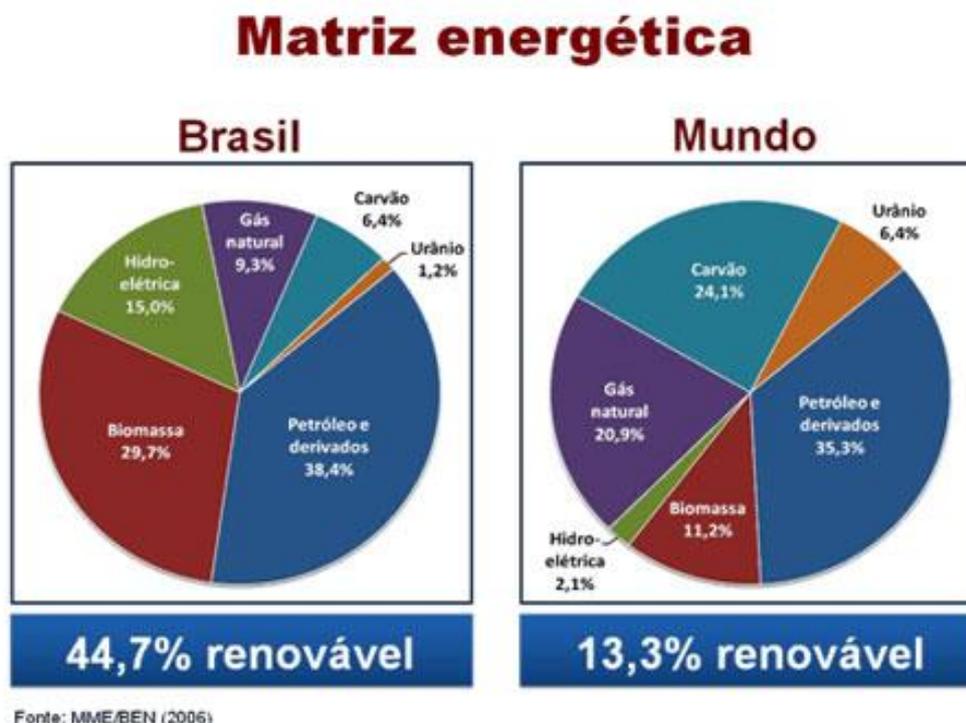
Introdutoriamente, podemos ter um vislumbre a respeito da evolução do cenário energético nacional, como vemos nos trechos a seguir:

O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do País. Vale lembrar que a matriz energética mundial é composta por 13% de fontes renováveis no caso de Países industrializados, caindo para 6% entre as nações em desenvolvimento. (BRASIL.GOV. BR. 2018. Não paginado).

Contribuindo com isso, nos gráficos a seguir, podemos ter uma visão a respeito da evolução da distribuição energética no território nacional, por fonte de energia, em comparação com a matriz energética a nível mundial:

³ “Empresa de economia mista e capital aberto, a Centrais Elétricas Brasileiras S.A (ELETROBRÁS) é a maior companhia de capital aberto do setor de energia elétrica da América Latina e atua nos segmentos de geração, distribuição, transmissão e comercialização [...]” (ELETROBRÁS, 2018, não p.).

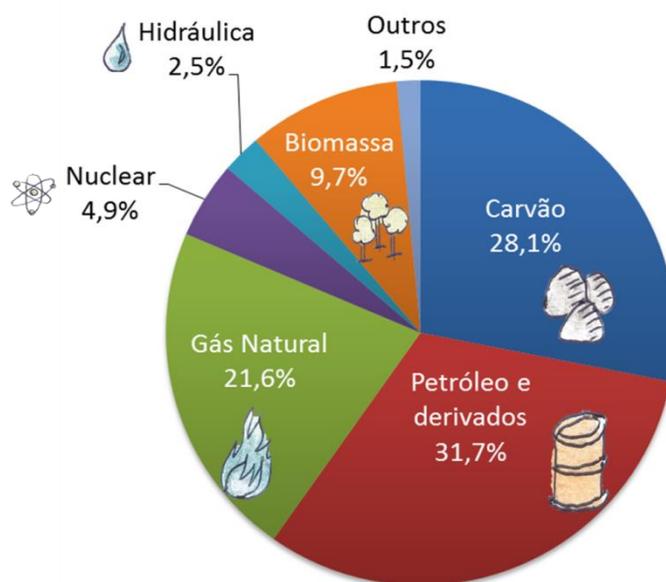
Gráfico 1-Matriz Energética Brasil/Mundo



FONTE: MME/ BEM, 2006. Não paginado.

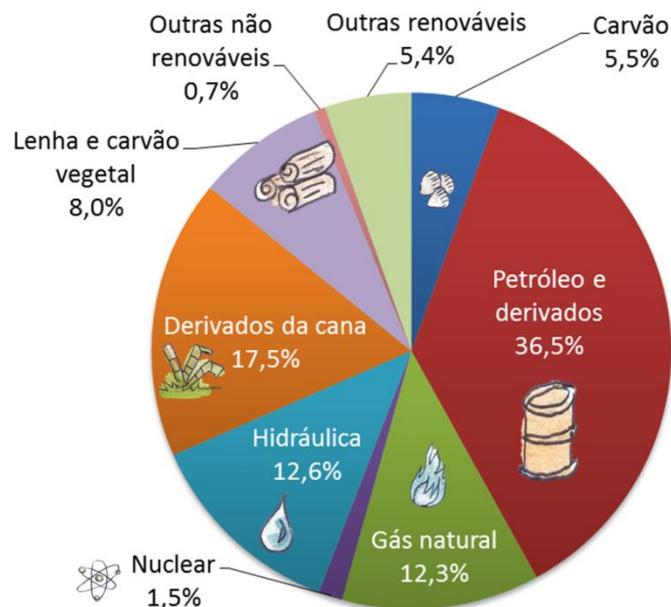
O gráfico acima retrata uma comparação entre a matriz energética nacional para com a mundial, até o ano 2006. Nessa abordagem, podemos observar algumas semelhanças e diferenças em sua composição, como por exemplo: o uso de petróleo e derivados sendo a respectiva base das matrizes. Mas também podemos observar uma maior utilização de biomassa e hidroeletricidade no Brasil, se comparado à nível mundial, onde a utilização de combustíveis fósseis é predominante. Isso se devendo ao fato de que cada país possui uma especificidade na sua matriz energética, influenciando nos dados gerais que encontramos.

Gráfico 2- Atual matriz energética mundial



FONTE: EPE. 2015, não p.

Gráfico 3- Atual matriz energética Brasileira



FONTE: EPE. 2015, não p.

Os gráficos 2 e 3 nos trazem uma visão mais atual da matriz energética brasileira e mundial. Diferentemente do levantamento de 2006, podemos apontar em sua observação que a matriz energética brasileira teve um aumento considerável na utilização de fontes

energéticas de origem renovável. Porém, cabe observar um certo domínio das fontes convencionais de energia em ambos os cenários, seja o do Brasil, ou o cenário Mundial.

A principal impressão presente ao analisarmos o período que perpassa ambos os gráficos, é a relação entre a diminuição da participação das fontes de origem fóssil, ao passo que as fontes renováveis tiveram um aumento considerável. Nesse período, mesmo com o aumento do número de hidrelétricas, vemos essa queda na sua porcentagem da atual matriz energética brasileira. Porém, vemos algumas disparidades na análise do gráfico a nível mundial, onde houve uma queda na participação da biomassa, com aumento do uso de gás natural, e principalmente do carvão, demonstrando que, sinteticamente, a nível mundial ainda há muito que se avançar no fortalecimento de uma matriz energética menos agressiva ao meio ambiente e à sobrevivência como um todo.

Estes dados apontam uma grande semelhança se comparamos a disponibilidade das fontes de energia de origem fósseis brasileiras em relação ao uso e disponibilidade mundial, porém o cenário que se desenrola é completamente diferente no caso das energias renováveis.

Como podemos observar, a biomassa está logo atrás em quantidade disponível em relação ao petróleo e seus derivados, uma vez que é amplamente utilizada em usinas termoelétricas em substituição parcial ou às vezes completa dos combustíveis fósseis.

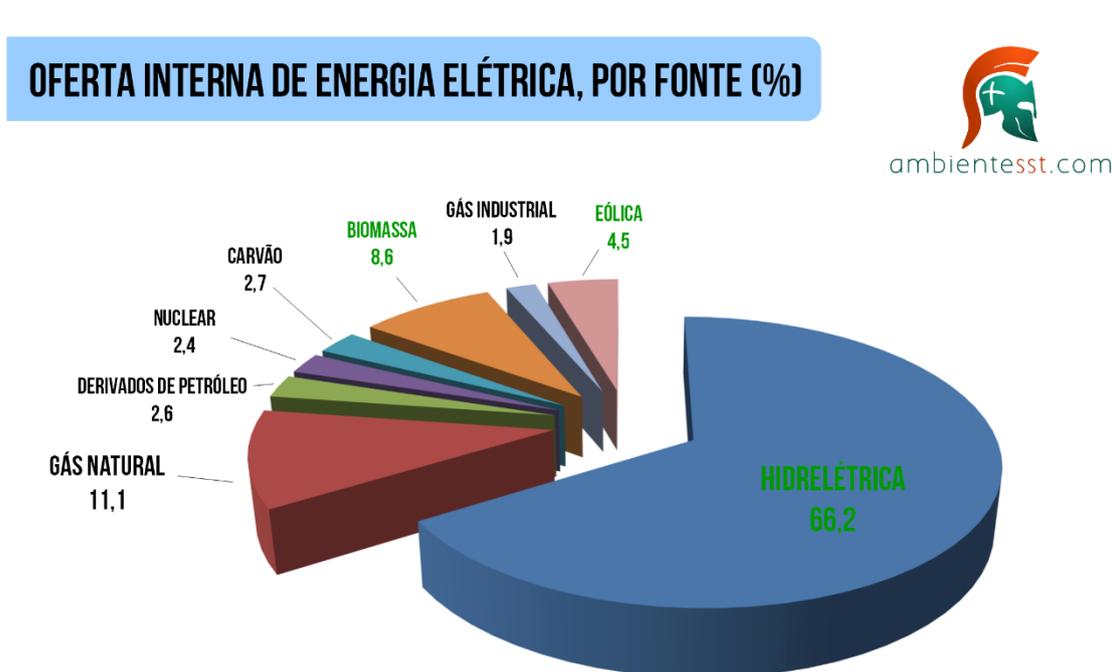
Porém, vale salientar que essa distribuição de recursos energéticos não se restringe a utilização em geração de eletricidade, mas sim aborda um contexto geral, como o uso em indústrias e automóveis, por exemplo. Assim, vemos que na questão geral, somos extremamente dependentes da energia proveniente dos combustíveis fósseis, principalmente no desenvolvimento de atividades que não utilizam eletricidade diretamente vinda da rede de distribuição convencional.

Ao se observar as demais formas de energia disponíveis, como o uso de energia nuclear, são visíveis no gráfico acima a sua restrição a uma pequena porcentagem do total utilizado, devido principalmente ao fato de que a matriz energética se ajusta automaticamente, de forma a se adaptar à utilização das respectivas fontes energéticas mais adequadas. Dentro disso podemos citar como fatores influentes as questões econômicas, sociais e políticas, que perpassam quaisquer processos de geração, distribuição, implantação e ampliação de cada uma das fontes de energia das matrizes energéticas, o que é

compreensível ao se fazer uma comparação entre esses fatores aos da hegemonia do uso da energia hidrelétrica, por exemplo, a qual possui uma relação custo-benefício muito mais atrativa do que teríamos ao utilizar uma fonte predominantemente não renovável, como o carvão mineral, ou a energia nuclear. Mas isso pode ser aplicado às demais formas de produção de energia, como por exemplo, a eólica, ou de energia solar? Essa questão é intrigante quando analisamos essa relação entre custo-benefício de produção, e o real custo de implantação, comparado com o investimento aplicado a cada área especificamente.

Trazendo para a perspectiva da produção de energia elétrica, como forma de entendermos esse cenário, em nosso país se tem o atual quadro de oferta energética atualmente (que difere do gráfico anterior, pois este trata pela abordagem no quesito de eletricidade em si), de acordo com dados do Ministério de Minas e Energia, citado no site *Ambientesst.com*:

Gráfico 4-Oferta de Energia elétrica por fonte



FONTE: AMBIENTESST, 2018. Não paginado.

Como é possível observar, além da fonte hidrelétrica, dominante na produção energética, (que além de ser uma fonte abundante em nosso país, possui tecnologia barata e de grande capacidade de produção de energia), vemos que as demais fontes se resumem principalmente em derivados fósseis, com uma parcela menor sendo preenchida pela

utilização da energia nuclear, juntamente com a biomassa e energia eólica. Ambos os dados são de 2016.

Trazendo a abordagem do gráfico 4 em relação aos gráficos 2 e 3, aqui podemos observar que, mesmo a matriz de disponibilidade energética apontando para uma amplitude maior de fontes energéticas, vemos atualmente uma hegemonia na geração de eletricidade por parte da fonte hidrelétrica.

Pensando nisso, é de grande importância entender o porquê as fontes renováveis de produção de energia, mesmo se mostrando alternativas viáveis em substituição às convencionais, ainda continuam em patamares de desenvolvimento relativamente baixos. Uma forma de compreendermos essas questões será analisando os motivos/fatores econômicos e sociopolíticos que podem estar influenciando nesse cenário.

1.1 DO BRASIL AO ESTADO DO PARANÁ: O CENÁRIO ECONÔMICO DA ENERGIA

No Brasil, a fim de entendermos os fatores que influenciam atualmente no desenvolvimento da matriz de energia alternativa, partimos aqui a uma análise geral do contexto econômico no qual a energia como um todo se envolve. Também se fez necessário posteriormente nesse processo, um recorte geográfico para o estado do Paraná, com o objetivo de facilitar o entendimento das relações a serem desenvolvidas nesse momento.

Dessa forma, a fim de chegarmos ao objetivo de encontrarmos respostas a essa problemática, desde já entendermos que não apenas a análise econômica supriria o que estamos procurando, se fazendo necessário então ir além, partindo primeiramente dessa análise geral, no qual desenvolveremos as questões sociais, políticas e econômicas em um âmbito onde elas estão diretamente relacionadas.

Do ponto de vista geográfico, o estado do Paraná em si é “privilegiado”, no sentido energético, uma vez que é onde se localiza uma das maiores usinas hidrelétricas do mundo, a ITAIPU- Binacional. Associado a isso, temos o fator climático, que se traduz em uma região com ótimos índices de pluviosidade anual, fator determinante na produção de energia de origem hidrelétrica, uma vez que a abundância de água disponível para ser represada está diretamente ligada à quantidade de potência produzida na usina.

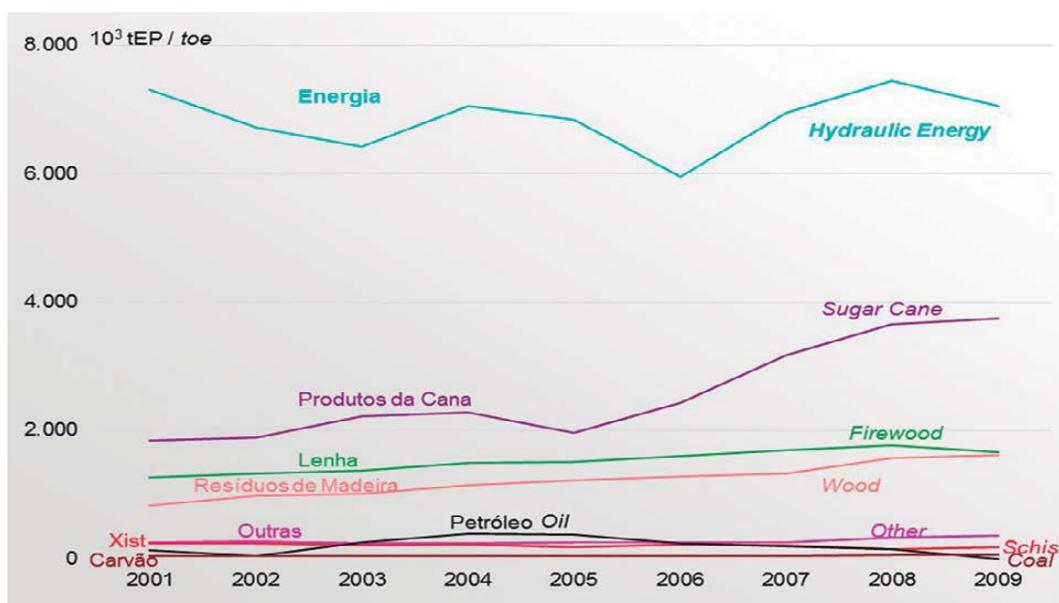
Para que imaginemos mais detalhadamente essa explicação, vemos mais sobre isso a partir do artigo *Matriz Energética do Estado do Paraná*, e como se desenrola essa disponibilidade:

O destaque para a energia hidráulica deve-se principalmente ao vasto potencial hídrico existente no estado e à competitividade dessa fonte. Conforme demonstrado na TAB. 2, reproduzida do Atlas de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL, 2008), a bacia do Paraná apresenta destaque no cenário hidrelétrico brasileiro, representando, em 2000, 23% do total inventariado e remanescente. De acordo com a reportagem *Itaipu eleva para 71% uso do potencial hidrelétrico do Paraná* da Folha de Londrina (2007), com o acionamento das duas turbinas remanescentes da hidrelétrica binacional de Itaipu, o Paraná passou a aproveitar cerca de 71% de seu potencial hidrelétrico, sendo que em todo o Brasil somente Alagoas apresenta aproveitamento superior (88%). Entretanto, sem a usina de Foz do Iguaçu, o índice paranaense não chegaria a 30%. Em 2006, a usina gerou 92,6 milhões de MWh, sendo que 95% dessa energia foi direcionada ao Brasil, e Itaipu respondeu por 21% do consumo total. (ROCHA. 2014, p. 48)

Considerando tal contexto, é quase impensável que se possam haver residências ou mesmo comunidades inteiras que ainda não usufruam de energia atualmente, uma vez que o acesso à energia é considerado um direito essencial às necessidades humanas, portanto a sua disponibilidade deveria ser mais abrangente, em um sentido geral. No entanto, vemos o desenrolar de um cenário diferente na realidade de vida dessas famílias.

Pensando nos fatores que nos levam a esse ponto, e voltando para a problemática geográfica, mesmo com um cenário favorável no quesito geração de eletricidade, na realidade o estado do Paraná é um grande importador de energia, pois sua demanda geral de uso de energia elétrica é historicamente superior à quantidade produzida (ROCHA, 2014, p.48). Isso se dá em parte à relação da porcentagem de eletricidade cedida ao estado, pois a maior parte da energia elétrica, distribuída pela geração na usina hidrelétrica ITAIPU-Binacional, está sujeita a como se organiza a distribuição pelo sistema nacional. Porém, a grande demanda industrial interfere diretamente nesse balanço, como podemos ver no gráfico a seguir, extraído do artigo *Matriz Energética do Estado do Paraná*, relacionando a análise do cenário energético Paranaense:

Gráfico 5-Evolução da Produção Paranaense de Energia



FONTE: ROCHA, 2014, p. 47.

Essas e outras questões nos trazem uma perspectiva de como se desenrola o cenário da distribuição da eletricidade em nosso estado. É de consenso geral a visão de que no futuro haverá uma aplicação em maior escala do uso das fontes de energia alternativas, e sua respectiva expansão. A princípio, atualmente o foco do uso dessas fontes está concentrado principalmente no seu uso industrial, em substituição ao uso de eletricidade diretamente, uma vez que para alguns processos industriais, o reaproveitamento de resíduos é extremamente vantajoso, reduzindo custos de produção, e principalmente resultando no reaproveitamento de resíduos que seriam desperdiçados. Ou seja, trata-se de uma questão econômica. Em parte, esse é um dos motivos do crescimento da utilização dessas formas de aproveitamento de energia, como por exemplo, o crescimento do uso de biomassa e derivados de cana de açúcar (ROCHA, 2014, p.47).

Tendo em vista o atual cenário de desenvolvimento energético em nosso estado, é de se questionar como isso provavelmente irá se desenrolar ao se tratar do foco das fontes consideradas “alternativas” de energia, uma vez que fica evidente a tendência da redução de utilização de derivados do petróleo, em comparação às fontes de energia renováveis, tomando aqui como exemplo o crescimento de utilização de resíduos vegetais, como o bagaço de cana.

Mais sobre isso temos:

O Paraná é o segundo maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, sendo que da safra 2009/2010, dos 45 milhões de toneladas de cana produzidas, 45% foi destinado para a produção de açúcar e 55% para a fabricação de etanol (COPEL, 2011). O consumo do bagaço de cana em 2009 apresentou um pequeno crescimento, de apenas 1,9%, diante dos registrados em 2008 (11,4%), em 2007 (26,2%) e em 2006 (28,7%). Essa redução deve-se, em grande parte, ao prolongado período de chuvas, o que fez com que o estado deixasse de produzir cerca de 470 milhões de litros de álcool e 612 mil toneladas de açúcar (COPEL, 2011). (ROCHA, 2014, p. 49).

Considerando esse ponto, o enfoque no estudo das fontes alternativas se torna necessário no sentido de trazer um entendimento a respeito dessa questão que está em evidência nesse trabalho. Nesse sentido, compreende-se a importância de se contextualizar para além, trazendo questões que envolvem não apenas o contexto econômico de desenvolvimento, mas sim dada sua importância de se aprofundar o contexto social e político envolvido nessa questão, os quais influenciam em muitos casos, no acesso direto ao uso da energia elétrica pela classe trabalhadora, e nesse sentido específico, a sua disponibilidade nos acampamentos, assentamentos, e demais comunidades rurais, as quais estão inseridas nesse processo de luta pelo acesso à energia elétrica.

Os entraves pertinentes ao desenvolvimento das energias alternativas, do ponto de vista econômico, são distinguidos nesse trabalho, entre: fatores de políticas econômicas que influenciam em sua disponibilidade de aplicações e usos; e os fatores de viabilidade próprios da fonte de energia em questão, os quais dependem diretamente do desenvolvimento da tecnologia aplicada à fonte de geração.

As políticas econômicas compreendem onde a determinada fonte de energia está inserida economicamente. Isso se traduz, na análise geral, na relação de desenvolvimento em vista as influências dos fatores externos, principalmente a competitividade por parte de outras fontes mais convencionais; há também a influência política que interfere no patamar de desenvolvimento atual da aplicação dessa forma de energia no nosso cotidiano; e também a questão do impacto ambiental, talvez o principal de se levar em conta quando se pensa em investimento na área da energia. Ambos são geridos e dependentes da regulamentação do Estado, de maneira geral.

Outro entrave existente no desenvolvimento energético é em relação a sua real viabilidade, estando diretamente ligados aos processos específicos de implantação da fonte de energia em questão. Isso significa que o nível de evolução no desenvolvimento dessa determinada fonte está relacionado à velocidade de diminuição dos custos de implantação e desenvolvimento da tecnologia ao longo do tempo. Muitas das fontes tradicionais somente atingiram o atual patamar de viabilidade econômica em longo prazo. Se compararmos, algumas fontes alternativas, mesmo sendo quase impraticáveis atualmente na geração de eletricidade, ao observarmos do ponto de vista econômico estas possuem uma capacidade de redução de custeio muito maior, a prazos mais curtos de investimentos na área específica, como podemos ver através da análise de um trecho do artigo *O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado*:

Quando se analisa o longo prazo, é importante observar a evolução dos custos das diversas fontes, verificando se as curvas de custos se cruzam em algum momento. Os custos são função da capacidade instalada e são menores para tecnologias maduras (fontes tradicionais), embora os custos de tecnologias infantis se reduzam muito mais rapidamente do que os das tecnologias maduras. (COSTA; PRATES. 2005, p. 6).

Há também uma análise importante a ser feita, que se trata do papel do estado em relação ao desenvolvimento do setor energético. Isso se trata de um assunto que divide opiniões. Alguns autores que se dedicam a essa análise, afirmam que o atual cenário de geração e distribuição de energia se deve às políticas de controle do Estado serem insuficientes, e nesse sentido defendem veementemente que a privatização do setor elétrico brasileiro seja a melhor alternativa. Um breve contexto dessa ideia é possível ver no seguinte trecho, extraído do artigo *O Processo de Reformas do Setor Elétrico Brasileiro*:

Em termos gerais, as reformas do setor elétrico visam reduzir os custos e os impactos ambientais incorridos na produção de energia elétrica. A persecução desses objetivos é feita por meio do estímulo à competição na geração e na comercialização e da introdução de mecanismos de incentivo para a regulação dos segmentos que permanecem com a característica de monopólio natural (transmissão e distribuição). Concomitantemente, as reformas buscam criar mecanismos para manter a coordenação necessária à garantia do funcionamento eficiente do setor elétrico. Outra característica importante é a instituição de

agências reguladoras independentes para arbitrar os conflitos e executar o conjunto das políticas elencadas anteriormente.

No Brasil, as motivações diferem, em parte, das existentes nos países desenvolvidos, *existindo o desafio adicional de, por meio da privatização e da constituição de um novo modelo, se garantir a expansão da capacidade instalada do sistema, inviabilizada pelo estrangulamento fiscal do Estado.*

Adicionalmente, a situação brasileira apresenta peculiaridades no que se refere à sua base eminentemente hidráulica, com elevado grau de coordenação.

Entretanto, as experiências de introdução de concorrência e de reformas regulatórias no resto do mundo podem ser muito úteis para ajudar a implementar, no país, um modelo que seja financeiramente auto-sustentado e cujos acréscimos de eficiência produtiva alcançados sejam refletidos em ganhos de bem-estar para a sociedade. (PIRES, 1999.p. 138).

De outro lado, temos diversas análises que apontam em outra perspectiva, a de que a privatização não seria a solução para a regularização do setor energético, como a Frente Parlamentar em Defesa do Setor Elétrico:

O desmonte da Eletrobrás é mais um retrocesso promovido por esse governo e que vai privar milhares de brasileiros do acesso à energia. Nós, que integramos o movimento sindical brasileiro e as organizações populares, somos veementemente contra essa medida. A Frente Parlamentar em Defesa do Setor Elétrico já manifestou preocupação com os rumos do setor. Só nos últimos 15 anos, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), houve pelo menos 180 casos de reestatização em 35 países, ente eles: Alemanha, França e Argentina. Dando seguimento ao anunciado pelo Ministério de Minas e Energia, o Brasil caminhará na contramão do progresso. (PEREIRA, 2017. Não paginado).

Isso impacta em duas linhas de pensamento distintas, as quais divergem em suas análises, porém não fogem ao objetivo principal: a importância de se ampliar o setor energético brasileiro, de forma a torna-lo mais eficiente na geração e distribuição. Nesse caso, é interessante notar o quanto essa questão impacta diretamente na forma com que se desenvolverá o setor nos próximos anos, e, além disso, nos traz para a problemática em questão, a das energias alternativas, em que há de se fazer uma crítica a respeito do quanto se impactará as futuras reformas previstas para o setor de energia.

Nesse sentido, diante de um eminente cenário de desenvolvimento das energias renováveis, Costa e Prates (2005, p. 7), abordam uma análise da questão do desenvolvimento da geração elétrica através das fontes alternativas, em que “Vários países têm investido na ampliação da participação das fontes renováveis de energia na matriz energética. O crescimento observado nos últimos anos é notável. Entretanto, sua contribuição à geração de energia é ainda muito reduzida.”

A partir dessa observação, para fazermos as relações inerentes ao processo envolvido, é necessário o entendimento de quais são as fontes renováveis em evidência no cenário atual, e também os fatores que influenciam em seus respectivos patamares de desenvolvimento observados atualmente em cada um dos setores de produção de energia, levando em conta não apenas a geração de eletricidade, mas a energia como um todo, em todos os processos de necessidades humanas aos quais estamos ligados a ela.

2 AS FORMAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEIS EM DESENVOLVIMENTO

Compreender a totalidade envolvida na questão da energia renovável, que seja a nível nacional ou de estado, não é uma tarefa simples. É preciso ir além, tentar buscar a raiz do que se está estudando, e no caso do cenário da energia, se faz necessário esse aprofundamento dos fundamentos que as envolvem especificamente. Com isso, se busca uma abordagem ampla das questões inerentes ao desenvolvimento de comunidades sem disponibilidade de acesso à eletricidade.

As fontes de energia renováveis compreendem uma ampla gama de formas de geração e utilização da energia em si, não apenas na sua forma elétrica, mas em diversas outras formas, como o calor, luz, energia mecânica, etc. Elas estão inseridas em um contexto em que, para que as consideremos renováveis, de maneira simplificada devem possuir um ciclo rápido de reaproveitamento de sua fonte geradora. Isso significa que uma fonte de energia renovável se diferencia pelo fato de poder ser reaproveitada, direta ou indiretamente, em um ciclo relativamente curto, como citado no trecho a seguir:

Energia renovável é uma expressão usada para descrever uma ampla gama de fontes de energia que são disponibilizadas na natureza de forma cíclica. As fontes renováveis podem ser utilizadas para gerar eletricidade, para gerar calor ou para produzir combustíveis líquidos para o setor de transportes. Atualmente, é imprescindível que elas estejam inseridas nas políticas energéticas dos países, já que exercem um papel importante para a sustentabilidade do sistema energético. (COSTA; PRATES. 2005 p. 7).

Isso se distingue das fontes convencionais como, por exemplo, do uso de combustíveis fósseis, uma vez que o ciclo de reaproveitamento dos derivados do petróleo é extremamente longo, equivalente a milhões de anos, e, se comparado ao uso de biomassa que, dependendo da matéria vegetal utilizada, renova-se a cada período de safra. Com essa simples comparação, fica evidente a viabilidade de se abolir as fontes convencionais e passarmos a utilizar energia renovável, correto? Porém ao analisarmos o contexto como um todo, é visível um cenário completamente diferente do esperado.

Todas as formas de geração de energia atualmente seguem o padrão de viabilidade da sua aplicação e uso, o qual está diretamente relacionado à disponibilidade vezes os recursos

investidos na área de atuação. Para tanto, é necessário muito mais que disponibilidade da fonte de energia, é preciso também uma análise dos custos para essa implantação.

Tomemos como exemplo a energia de origem Nuclear. É sabido pela literatura, que essa forma de energia, em seu sentido teórico, é capaz de produzir eletricidade por um tempo muito superior a qualquer outra forma utilizada atualmente. Porém, seu elevado custo de implantação, associado a uma tecnologia extremamente cara, tornam essa fonte de energia uma opção apenas a países os quais não possuem outros recursos de geração de eletricidade. Nesse sentido, mesmo sendo uma fonte extremamente eficiente, perde no quesito principal da viabilidade, para a geração hidrelétrica por exemplo.

Essa questão exemplifica os entraves presentes no desenvolvimento de uma fonte energética emergente. A partir disso, e levando em conta esses fatores, a matriz de energia renovável paranaense compreende basicamente a demanda energética no campo, a qual está atrelada diretamente à demanda que não é de produção de eletricidade. Isso significa que, no nosso atual cenário, as fontes renováveis só estão em desenvolvimento em áreas que abrangem em sua maioria apenas os processos industriais e agrícolas não dependentes diretamente da eletricidade, mas mesmo assim dependentes da energia apresentada em outras formas.

No Paraná, particularmente o cenário renovável é mais desenvolvido na área agrícola, uma vez que há um aumento da substituição de algumas fontes energéticas devido à vantagem financeira do uso de renováveis. Nesse sentido, como nos mostra a tabela a seguir, extraída do artigo *ESTUDO DO POTENCIAL DE PARTICIPAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NA MATRIZ ELÉTRICA DO ESTADO DO PARANÁ*, vemos então o real potencial de utilização das fontes renováveis de energia no nosso estado:

Tabela 1- Potencial Estimado no Estado do Paraná

ESTADO DO PARANÁ - POTENCIAL ESTIMADO		
Fonte	Potência (MW)	Energia (TWh/ano)
Hidráulica	15.963	74
Biomassa	não disponível	30
Eólica	3.375	10
Solar Fotovoltaico - cenário 1	2.000	3
Solar Fotovoltaico - cenário 2	3.375	5
Solar Fotovoltaico - cenário 3	33.000	49

FONTE: TIEPOLO, *et al.* 2014.

Considerando nessa análise as quatro principais fontes energéticas são: hidráulica, biomassa, eólica e fotovoltaica, por ordem de potencial estimado, respectivamente. A fonte hidráulica, em alguns casos não é considerada uma fonte renovável, uma vez que causa grandes impactos ambientais em sua implantação. Nesse sentido, abordando dessa perspectiva, a biomassa é considerada atualmente a melhor alternativa quando se trata do processo de substituição de fontes de energia.

A partir disso, a discussão no entorno de como se desenrolará esse processo é essencial para entendermos a sua relação com o desenvolvimento dos povos do campo, na perspectiva energética.

3 QUESTÕES SOCIOPOLÍTICAS NO CENÁRIO ENERGÉTICO E OUTROS FATORES QUE INFLUENCIAM NA DISPONIBILIDADE DA ENERGIA NO CAMPO

Os desafios enfrentados pelos povos do campo para a sua respectiva emancipação energética perpassam questões econômicas, políticas, e de enfrentamento perante o sistema capitalista. Nesse sentido, entender as relações da intencionalidade envolvidas nesse processo é pertinente na questão energética no campo. O domínio da energia se torna essencial em um cenário de grandes avanços tecnológicos, principalmente do uso das tecnologias no campo. Evidentemente, o controle do uso de recursos energéticos coloca quem o domina em um patamar de superioridade em relação aos que não possuem tal acesso. Um pouco dessa relação de poder é vista no seguinte trecho, extraído do livro *Teorias do Desenvolvimento Capitalista na Agricultura*:

Quando o latifundiário adquire uma máquina ou um instrumento agrícola aperfeiçoado, substitui o instrumento do camponês (que trabalha para ele), pelo seu instrumento; passa, pois, do sistema de pagamento em trabalho pelo capitalismo. [...] O campesinato médio, que extrai seus meios de sobrevivência do pagamento em trabalho, fica inevitavelmente arruinado quando o latifundiário adquire seus próprios instrumentos agrícolas. (MARX, et al. Apud BORCHARDT, [2010] pag. Irreg.)

Nesse caso, a classe trabalhadora em si, por exemplo, não possui os meios para desenvolver a autonomia do uso da energia no campo e, portanto, se torna dependente da classe dominante nesse sentido, pois perde sua autonomia, da mesma forma que ocorre nas relações de trabalho na agricultura. Isso está presente quando evidenciamos pela perspectiva de uma análise sociológica em que, partindo dos conceitos do materialismo, nesse exemplo, a produção de energia (assim como em qualquer outro exemplo) é tida como apenas uma fonte de exploração e obtenção de lucro.

No campo, a agricultura convencional, ao demandar de uma estrutura significativa para seu desenvolvimento, por sua vez também demanda muita energia. Máquinas agrícolas cada vez maiores, equipamentos visando maior rendimento e produtividade na colheita e na

aplicação de insumos e pesticidas, tudo demanda energia. A partir disso temos o cenário de crescimento cada vez maior do agronegócio, o que se traduz em uma necessidade energética em crescimento vertiginoso, se comparado à pequena agricultura.

Contribuem nesse pensamento ao fazermos essa análise a partir dos dados presentes no Atlas nacional da Energia Elétrica, onde apontam os principais setores consumidores de eletricidade no país:

Em termos setoriais, destaca-se o setor industrial, responsável por cerca de 45% do consumo nacional [...]. O setor residencial é o segundo maior consumidor de energia elétrica no país, com participação na ordem de 26% do consumo nacional. Ao contrário do industrial, tem apresentado aumento de sua participação, cujo índice era de 21% em 1983. Entre os demais setores, destaca-se o comercial, responsável por 13,5% do consumo de energia elétrica do país em 1998. Assim como o residencial, o setor comercial tem aumentado sua participação nos últimos anos [...] (BRASIL. 2002. p. 123).

Nesse ponto de vista, as energias renováveis, advindas principalmente através de biocombustíveis⁴, tem em seu crescimento um único propósito de reduzir os custos de produção, principalmente nos setores agrícola e industrial, buscando assim lucros maiores. Essa visão de desenvolvimento torna-se, de certa forma, distorcida no sentido da real importância que deveríamos conceber a essa crescente mudança no cenário energético, no qual as fontes convencionais de energia (nesse exemplo citado, os combustíveis fósseis), estão sendo substituídas por alternativas renováveis, não no sentido em que se entende a necessidade da preservação dos recursos energéticos, mas unicamente pelo fato de que estão se tornando rentáveis do ponto de vista econômico.

Em se tratando de energia renovável, o seu maior crescimento está concentrado principalmente nos biocombustíveis e reaproveitamento de resíduos de origem vegetal, os quais têm sua maior utilização no setor industrial e agrícola, em substituição às fontes convencionais utilizadas. O exemplo disso, na indústria açucareira e de etanol é comum o uso do álcool proveniente da cana para abastecer as próprias máquinas agrícolas da usina. Vemos diante disso que o uso difundido das fontes alternativas é algo extremamente rentável para o agronegócio, em específico no sentido de reaproveitamento dos próprios

⁴ Biocombustíveis são compostos orgânicos provenientes do processamento de resíduos vegetais. Exemplos disso são: óleos vegetais (de soja, milho, girassol, etc.), bagaço de cana, madeira, entre outros. (AUTOR, 2018).

recursos disponíveis. Porém, quanto à agricultura familiar, a agroecologia, e como se demonstram nesse processo, ainda se trata de algo que demanda por mais debates.

Vemos nas produções agroecológicas um grande uso de energia, mas que fica por vezes desconhecida, principalmente porque existe a ideia errônea do conceito de energia. Conceito esse que não deve se limitar à energia elétrica, ou à própria geração de energia de qualquer fonte. Um exemplo da amplitude do conceito da Energia se vê diariamente. Ao nos movimentarmos, estamos constantemente transformando diferentes formas de energia, em outras de acordo com a necessidade.

Da mesma forma, o trabalho manual e animal também são exemplos de formas de energia utilizadas pelos camponeses, que muitas vezes são subjugados pelo sistema capitalista ao não serem considerados realmente como formas de energia. Vemos isso ao analisarmos os diversos estudos que tratam da matriz energética, onde não constam tais formas de utilização de energia como parte do processo da matriz energética como um todo.

Perante isso, e diante do nosso sistema econômico atual, o agronegócio ao ser extremamente dependente do uso da energia em suas mais diversas formas, tem uma cultura na qual o desenvolvimento somente é o que é se, no seu ponto de vista, for algo que atenda aos seus anseios. É eliminada qualquer possibilidade que possa vir a interferir no “desenvolvimento”. Nesse sentido, uma abordagem do ponto de vista da sustentabilidade, muito presente quando pensamos em energia renovável, é de certa forma algo que é aceitável apenas em um cenário favorável ao sistema econômico.

Em nosso estado, essa análise se mantém de certa forma igual. As fontes renováveis, principalmente a biomassa em questão, são exemplos de como o sistema agrícola está se adaptando a essa mudança, na qual gradativamente veremos as fontes convencionais de energia ser substituídas pelas renováveis.

Em contraponto, a geração elétrica através dessas fontes caminha no sentido oposto, de certa forma:

Contrariando a tendência global, observou-se que no Brasil houve uma diminuição na participação de fontes hidro, com pequeno aumento de fontes renováveis (não hidro), e aumento significativo de fontes não renováveis, principalmente pelo aumento na participação de termelétricas na matriz elétrica. Isto mostra uma certa fragilidade do sistema elétrico em função da dependência da fonte hidráulica, responsável por 76,9% da energia elétrica gerada em 2012. Embora seja uma fonte

confiável e com custos mais baixos de geração, a dependência de um ciclo de chuvas equilibrado requer um ponto de atenção. (TIEPOLO, et al. 2014, p. 85)

O cenário de disponibilidade de acesso à eletricidade se dá no Paraná da mesma forma que a nível nacional. Além dos fatores econômicos, os quais podem ter um vislumbre a respeito de sua influência, temos principalmente todo o desenrolar de um cenário sociopolítico por trás do desenvolvimento dessas fontes renováveis. Por isso, uma forma de facilitar essa compreensão a respeito da distribuição energética no Paraná, é compreendendo os indicadores socioeconômicos do estado, para cada fonte de geração em potencial.

No Paraná, a hidroeletricidade é tida como principal fonte geradora, porém seu potencial não é utilizado para além do que temos atualmente devido a suas limitações econômicas, geradas por questões ambientais. Devido a isso, a sua futura expansão é extremamente limitada. (TIEPOLO, et al. 2014).

Partindo-se então dessa premissa, fica evidente a necessidade do aprofundamento no desenvolvimento das fontes alternativas, visto que as fontes predominantes, apesar de economicamente mais rentáveis, não possibilitam sua expansão sem que haja prejuízos ao ambiente.

Como é evidente nesta análise, o estado do Paraná possui um amplo potencial para o desenvolvimento de energia a partir de diversas fontes renováveis, especificamente as que se utilizam do reaproveitamento de resíduos, como a biomassa ou o biogás, e isso se deve ao fato do estado possuir um setor de desenvolvimento agrícola e de criação animal extenso, possibilitando uma expansão futura na geração de energia a partir dessas fontes, que a princípio se concentram apenas no reuso de resíduos em processos industriais.

Porém, se partirmos para uma análise do ponto da energia fotovoltaica, apesar dos grandes avanços tecnológicos atuais, em nosso Estado essa forma de energia ainda é bem precária, mesmo com o avanço nas políticas para o incentivo de uso de energias alternativas. Esse cenário se reflete a nível nacional também, e se deve a inúmeros fatores, sendo principalmente o seu alto custo, manutenção especializada e utilização de materiais que demandam um processo tecnológico elevado em sua aquisição, e que, somados ao incentivo ainda baixo na área, se traduzem em uma energia com sua viabilidade apenas na implantação em larga escala no momento, apesar de energeticamente rentável.

4 AS ALTERNATIVAS PARA A DEMANDA EM LOCAIS DIFICULTADOS GEOGRAFICAMENTE E POLITICAMENTE

Essa análise nos traz para um ponto específico que é pertinente ao processo de compreendermos a amplitude do acesso à energia no campo, e a forma com que ela pode influenciar no seu desenvolvimento. Para isso então se faz necessária uma análise também dando enfoque nas possíveis alternativas que poderão se desenrolar ao longo desse cenário.

As fontes alternativas que estão em maior evidência no cenário paranaense são exemplificadas a seguir, conforme abordado no artigo *ESTUDO DO POTENCIAL DE PARTICIPAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NA MATRIZ ELÉTRICA DO ESTADO DO PARANÁ*:

Tabela 2- Porcentagem de participação das fontes na geração de eletricidade

	% DE PARTICIPAÇÃO NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR FONTE					
	GLOBAL				BRASIL	
Tipo de fonte energética	REN21 2010 (dados referentes ao ano de 2008)	REN21 2011 (dados referentes ao ano de 2010)	REN21 2012 (dados referentes ao ano de 2011)	REN21 2013 (dados referentes ao ano de 2012)	BEN 2012 (dados referentes ao ano de 2011)	BEN 2013 (dados referentes ao ano de 2012)
Combustíveis Fósseis e Nuclear	82,0%	80,6%	79,7%	78,3%	11,0%	15,5%
Hidroelétricas	15,0%	16,1%	15,3%	16,5%	81,9%	76,9%
Outras Renováveis (não-hidro)	3,0%	3,3%	5,0%	5,2%	7,1%	7,7%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

FONTE: TIEPOLO, et al. 2014, p. 80.

A partir dessas observações, vemos claramente as possibilidades para a substituição das fontes convencionais pelas renováveis, e nesse sentido, também podemos reafirmar essa ideia a partir de alguns estudos os quais abordam essa questão, tomando como exemplo prático o citado no trecho do artigo *VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE FONTES CONVENCIONAIS DE ENERGIA POR BIOGÁS EM ASSENTAMENTO RURAL DO ESTADO DE SÃO PAULO*:

Os impactos da elevação do custo de energia fazem-se sentir com maior intensidade no setor rural de mais baixa renda, em geral, menos capitalizado e com

menores condições de arcar com essa elevação de custos, tanto no que diz respeito ao consumo doméstico quanto para as atividades de produção.

Nesse sentido, o desenvolvimento e a implementação de alternativas tecnológicas com vistas à geração de energia a custos reduzidos para esse segmento podem gerar impactos socioeconômicos positivos. Uma das alternativas tecnológicas mais promissoras diz respeito ao aproveitamento da biomassa para geração de energia, que propicia uso mais racional dos recursos disponíveis na exploração agrícola, reduz a transferência de renda para outros agentes e diminui a dependência de fontes externas de energia. (ESPERANCINI, et al. 2005, p. 111).

Exemplos como esse nos mostram a importância de se desenvolver alternativas viáveis ao uso rural, principalmente no tocante a pequena escala de produção de energia, uma vez que a classe trabalhadora, devido ao menor poder aquisitivo, é substancialmente mais dependente do atual modelo de distribuição energética. Nesse sentido, promover a autonomia energética das famílias do campo é promover de certa forma, a sua futura permanência.

Ainda sobre isso, cabe aqui compreendermos que, nas diferentes realidades dos povos camponeses, tanto a nível estadual ou nacional, existem diversas alternativas energéticas propriamente desenvolvidas pelas comunidades, mas que na maioria não são explícitos publicamente. Explicando isso, temos, por exemplo, o uso de carneiros hidráulicos inteiramente caseiros em comunidades sem acesso à água; ou o de utilização de biodigestores para suprimento de gás por comunidades que estão em situação semelhante.

Outros exemplos, que muitas vezes não constam no papel, são propriamente o trabalho mecânico, pelas mãos do trabalhador e trabalhadora, e pelo uso de animais, que, apesar de não parecerem, são as fontes energéticas mais utilizadas no campo. Porém, o que se conta é apenas o uso de máquinas agrícolas, reforçando uma visão distorcida da realidade camponesa do trabalho manual.

Como exemplo dessa contradição, tomemos como exemplo a realidade de produção convencional de alimentos. Aqui, temos a produção em larga escala, na qual, em um levantamento das demandas de energia, poderíamos dizer que sua grande maioria viria do suprimento de combustíveis fósseis ou renováveis, para o suprimento de maquinário agrícola, e também do grande uso de eletricidade nos processos de industrialização do material primário. Nessa análise, é obviamente ignorada a realidade em nível de microescala, no sentido de que não se é levado em conta sua amplitude existente no trabalho manual como forma de energia da classe camponesa.

Devido a isso, grande parte dos levantamentos energéticos encontrados na literatura muitas vezes não contabiliza geopoliticamente tais realidades, e, conseqüentemente, não há sua associação entre a demanda energética e a realidade de vida de tais comunidades.

Pensando nessa questão, podemos afirmar que a produção no campo é dependente de energia. Em sua grande parte, da forma mecânica, porém em consumo primário podemos dizer que a eletricidade também é plenamente utilizada, uma vez que se torna a base para que seja suprida sua demanda. Aqui, vemos a classe camponesa sendo a maior utilizadora do trabalho manual e animal, ao passo de que, na produção convencional, o uso de máquinas é predominante.

Aqui também cabe citar que o processo de emancipação energética é fundamental para que possamos fortalecer uma matriz energética renovável, que vise o não impacto ambiental, e principalmente que leve em conta o grande impacto social às comunidades abrangentes das áreas onde há a geração de eletricidade.

Como exemplo disso, podemos citar a histórica luta do MAB (Movimento dos Atingidos por Barragens), a qual busca o direito à permanência no campo e cidade, das comunidades afetadas pela má gestão na implantação de grandes usinas de geração elétrica, como por exemplo, na implantação de grandes centrais hidrelétricas, as quais possuem um enorme impacto para todos e todas que vivem nessas regiões.

Como exemplo dessa luta, temos:

O Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) é um movimento popular, autônomo, de luta, de massa e de base, que visa organizar toda a população ameaçada ou atingida por barragens, em sua maioria, barragens de hidrelétricas. É um movimento que luta para garantir seus direitos, principalmente à terra, forçando e contribuindo na construção de um novo modelo energético, alternativo e popular para o Brasil. Há 20 anos, a história do MAB vem sendo construída com a participação integral das populações atingidas na vida do movimento. Somos atingidos por barragens, camponeses, pequenos agricultores, sem terra, índios, pescadores, ribeirinhos e quilombolas, mineradores e até mesmo populações urbanas. No Brasil, somos mais de um milhão de pessoas expulsas de nossas terras, de nossas casas, de nossas comunidades, pela forma ditatorial de construção de barragens. A cada 100 famílias atingidas, 70 têm seus direitos negados pelas empresas construtoras. Nos próximos três anos, mais 100 mil

famílias estão ameaçadas de perderem suas terras em função do interesse das empresas transnacionais. (MAB. 2018, não p.)

Como exemplo de luta, o MAB está inserido diretamente na questão energética brasileira, onde o movimento se fortalece pela união da classe trabalhadora dos movimentos sociais e dos camponeses inseridos nos processos históricos de resistência.

Nesse sentido, vemos a importância de se trabalhar as alternativas energéticas para além do quesito econômico, mas que leve em conta essas diferentes realidades. A partir disso, aponta-se a seguir algumas das formas de produção de energia, que possuem um amplo potencial de substituição à atual matriz hidrelétrica, baseando-se no pressuposto da necessidade do fortalecimento dos povos camponeses, utilizando como ferramenta a emancipação energética dos povos.

4.1 PRINCIPAIS FONTES RENOVÁVEIS DE GERAÇÃO DE ENERGIA FAVORÁVEIS AO USO NO MEIO RURAL

A partir do momento em que se consegue visualizar os ramos de influência no desenvolvimento das fontes alternativas, podemos nos deparar com certos impasses, os quais estão diretamente ligados ao processo envolvido no desenvolvimento do campo. A partir disso, tomando como base a realidade de vida no meio rural, vemos a necessidade de adequação dessas tecnologias alternativas, de forma que se consiga suprir essa desigualdade energética na sociedade, como ressalta o trecho a seguir:

Uma análise mais cuidadosa e aprofundada da realidade brasileira revela, entretanto, que boa parte dos ganhos auferidos nestas últimas décadas se distribuíram de maneira extremamente desigual entre os diferentes segmentos da sociedade brasileira: houve desigualdades no passado entre os meios rural e urbano e ainda continuam a persistir, e desequilíbrios existiram entre diferentes grupos sociais em centros urbanos e ainda permanecem endêmicos nas grandes cidades. Interessantemente, as desigualdades econômicas, sociais e energéticas que se verificam no seio da sociedade brasileira entre as classes sociais mais elevadas e as classes econômicas mais baixas são superiores, inclusive, às desigualdades médias que se observam entre as populações das economias mais avançadas do planeta e a população do Brasil. (SHAEFFER, et al. 2003.p. 7, 8).

Entendendo essa realidade, e utilizando-se das análises anteriores, vemos que as alternativas que se encaixam na realidade do campo se encontram através do

reaproveitamento das matérias disponíveis no próprio meio. Isso significa que essas alternativas tendem a se adaptar a essa realidade, de forma a que se chegue ao seu objetivo.

4.2 BIOMASSA E DERIVADOS: CONCEITOS E POTENCIALIDADES

A biomassa se trata de compostos orgânicos, geralmente de origem vegetal, que possuem um teor energético elevado e são produzidos como subproduto dos mais diversos processos de industrialização de alimentos. De forma simplificada, a biomassa compõe geralmente resíduos vegetais ou “sobras” de processos agropecuários. Os exemplos mais conhecidos vão desde resíduos como casca de cereais, até bagaço de cana de açúcar, restos de folhagens, esterco animal e materiais vegetais diversos (restos de madeira, por exemplo). Devido a isso, se trata de uma fonte que possui uma ampla gama de possibilidades, principalmente ao considerarmos que a grande maioria dos camponeses tem acesso à ao menos uma de suas fontes energéticas.

A energia a partir da biomassa é considerada a mais promissora quando se trata de rendimento energético. Como citado no trabalho *OPORTUNIDADES DA CADEIA PRODUTIVA DE BIOGÁS PARA O ESTADO DO PARANÁ*, aqui temos um exemplo de como um de seus produtos, o biogás, possui amplas potencialidades:

Apesar desse crescimento de consumo de energia, dos 371 mil estabelecimentos agrícolas paranaenses, menos de mil obtêm energia elétrica a partir de geração feita no próprio empreendimento, advinda de fonte solar, eólica, hidráulica, biomassa ou outra fonte. Uma alternativa para suprir tal crescimento e servir como fonte de geração de potencial energético para as atividades rurais é o uso de resíduos gerados nas atividades agropecuárias como fonte para a geração de biogás. (FONTE: NOVAK et al. 2016, p. 28).

Há diversas pesquisas independentes nessa área, como o exemplo do artigo *VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE FONTES CONVENCIONAIS DE ENERGIA POR BIOGÁS EM ASSENTAMENTO RURAL DO ESTADO DE SÃO PAULO*, que trata especificamente do processo de uso do biogás na geração elétrica e outros fins:

Conforme apontado pela literatura, a tecnologia de biodigestão anaeróbia de dejetos animais, principalmente de suínos, apresenta diversas vantagens. Uma delas é a produção de biogás e biofertilizantes, produtos de elevado valor

agregado, redução da poluição dos recursos hídricos, facilidade de implantação e operação, e redução da pressão sobre as matas pelo consumo de lenha (GASPAR, 2003). De outro lado, verifica-se que são ainda escassos os estudos com ênfase nos aspectos econômicos da implantação de biodigestores em pequenas escalas de produção, embora essa tecnologia seja encontrada em regiões com forte presença de atividade de suinocultura, em especial nos estados da região Sul do Brasil. (GASPAR, 2003, apud. ESPERANCINI, et al. 2007, p 111).

O potencial de geração de biogás para o estado do Paraná é extremamente vantajoso visto o atual crescimento da demanda pela ampliação do setor energético. Pensando nisso, existe certa necessidade do aprimoramento e implantação das tecnologias em geração de energia da área.

Segundo NOVAK, et al, 2016, p. 29, 31, o potencial de geração elétrica através da biomassa no estado do Paraná é de aproximadamente 308 GWh/ano para queima direta de resíduos vegetais, e cerca de 1800 GWh/ano para queima de biogás oriundo de dejetos agropecuários. Tendo em vista esses dados, fica evidente a ampla gama de possibilidades de expansão na matriz energética do Paraná, principalmente ao levarmos em conta que o estado possui diversas formas alternativas nessa matriz.

Porém, a porcentagem desse potencial que é utilizada ainda é muito baixa atualmente. Mas existem exemplos que seguem na lógica de desenvolvimento dessa fonte. Segundo o anteriormente citado artigo *VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUBSTITUIÇÃO DE FONTES CONVENCIONAIS DE ENERGIA POR BIOGÁS EM ASSENTAMENTO RURAL DO ESTADO DE SÃO PAULO*, cuja análise propõe:

Do ponto de vista estritamente econômico, os resultados apontam para a viabilidade da implantação de biodigestores no assentamento, pois o montante de benefícios é superior ao fluxo de custos anuais decorrentes da implantação do equipamento. (ESPERANCINI, et al. 2007, p. 118).

Observando-se essas questões, e trazendo para a perspectiva de sua potencial utilização em pequena escala, nos atentamos para possibilidades para a agricultura especialmente a familiar. Levando isso em conta, existem na implantação desses sistemas vantagens além do ponto de vista econômico.

Ao analisarmos as necessidades existentes em uma propriedade rural, além da demanda da eletricidade, a utilização dos subprodutos de um sistema de geração por biodigestor se ampliam, como por exemplo, a geração de fertilizantes naturais. Esses adubos podem ser utilizados em produções orgânicas, agroecológicas ou até mesmo convencionais. Exemplos como esse de reaproveitamento são vistos onde se implantou a geração por biogás, o que nos traz um vislumbre a respeito do crescimento dessa fonte.

Nesse sentido, exemplos como o reaproveitamento de biomassa em sistemas termoelétricos, ou o uso de biogás na produção de energia e seu uso em outros fins, como aquecimento, além da geração de eletricidade via fonte eólica e através da energia solar, são as que estão entre essas opções, as quais se encaixam na realidade do campo, e ao mesmo tempo, são fontes possíveis e viáveis ao uso nessas condições.

4.3 ENERGIA SOLAR E ENERGIA EÓLICA: CONCEITOS E POTENCIALIDADES

A energia advinda do Sol sempre foi motivo de curiosidade e admiração. Através dela, todos os ecossistemas do nosso planeta se mantêm em um delicado equilíbrio energético, no qual todos os seres vivos são dependentes da energia emanada do Sol para sua sobrevivência de alguma forma.

A partir disso, atualmente no quesito de substituição de fontes convencionais de energia por formas alternativas, há certa tendência de que a médio e longo prazo a energia transformada a partir do Sol seja cada vez mais aprimorada.

Como é conhecido, o processo fotoelétrico se trata da transformação da energia luminosa advinda de um objeto (geralmente o Sol), em uma superfície composta por um material semicondutor sensível a essa variação luminosa, e que seja capaz de produzir eletricidade. O processo ocorre devido ao fato do material especial que compõe o painel solar possuir a propriedade de absorver energia, térmica ou luminosa, que posteriormente se traduz na liberação de elétrons livres, podendo assim ser gerada uma corrente elétrica. O material mais utilizado é o Silício (Si), devido às suas propriedades semicondutoras (se trata de um material não metálico, mas que se comporta como metal ou ametal ao mesmo tempo, ou seja, pode ou não conduzir eletricidade, de acordo com as condições do seu ambiente), mas também já há em desenvolvimento a utilização de outros materiais, buscando assim um maior rendimento energético e barateamento na fabricação.

Apesar de simples, têm em si grandes limitações tecnológicas, como no caso do baixo rendimento dos painéis solares, responsáveis pela geração de energia através da luz solar. Esse empecilho tecnológico se amplia ao se analisar os custos de desenvolvimento de implantação de unidades geradoras fotovoltaicas, se traduzindo em uma das formas de geração de energia com seu maior custo de implantação dentre as fontes alternativas mais conhecidas.

Além da energia solar existem outras formas de geração com grande potencialidade atualmente. A energia proveniente da geração eólica, por exemplo, possui uma maior rentabilidade econômica. Em resumo, é considerada a fonte de geração de energia mais barata de se implantar, e essa questão se torna fundamental ao desenvolvimento dessa fonte.

A geração eólica é um processo de transformação da energia mecânica em elétrica, energia essa que advém dos ventos. Seu processo consiste em instalar uma hélice conectada a um gerador, que ao girar produz uma corrente elétrica. Curiosamente, analisando mais a fundo, a energia eólica, em síntese, provém do Sol, uma vez que ele é o responsável pela irradiação de calor na Terra, que por consequência produz os ventos.

Um exemplo da capacidade de desenvolvimento da energia eólica consta no Atlas do Potencial Eólico do Estado do Paraná:

Os resultados da integração cumulativa indicam um potencial instalável de 310 MW, 1.360 MW e 3.370 MW para áreas com ventos iguais ou superiores a 7,0m/s (Tabela 4.1), nas alturas de 50m, 75m e 100m, respectivamente. (SHULTZ, et al. 2007, p. 42).

Essa análise, desenvolvida pela Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL), demonstra um potencial muito interessante de implantação da energia eólica no Paraná. Nela, abordam-se pesquisas tecnológicas a respeito das potencialidades eólicas para o Estado, o que é de extrema importância para futuros projetos de implantação desses sistemas:

A partir de 2003, como parte de um projeto da ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica iniciou-se uma nova campanha de medições de vento, conduzida pela COPELLACTEC-Camargo Schubert utilizando equipamentos calibrados e comissionados de acordo com os atuais padrões e procedimentos da indústria

eólica mundial. Torres treliçadas de 50 e 100 metros de altura foram instaladas nas áreas potencialmente mais promissoras para aproveitamento eólico. Tais locais foram criteriosamente selecionados a partir do mapa eólico de 1999, de mapeamentos preliminares e inspeções em campo. A partir das medições validadas, que cobriram, no mínimo, um ciclo climatológico completo, além de uma recente base de dados topográficos, de imagens de satélite atualizadas e de amostragens em campo, foram elaborados modelos de terreno mais detalhados (relevo e rugosidade), levando ao desenvolvimento de um novo mapeamento de potencial eólico mais preciso e com melhor resolução que o de 1999, utilizando modelamento de mesoescala como base de processamento. (SHULTZ, et al. 2007, não paginado).

Nesse sentido, o cenário de desenvolvimento da energia eólica possui um amplo potencial a ser explorado. Porém cabe aqui o questionamento sobre a forma com que tal projeto de produção está em desenvolvimento, pois se percebe a necessidade de substituição das fontes atuais de energia, por outras mais rentáveis economicamente, mas há que se questionar a quem isso será vantajoso, não apenas no sentido econômico, mas abordando as diversas perspectivas sociais envolvidas no processo.

5 PROPOSTAS DE SISTEMAS GERADORES

A viabilidade de alguns sistemas alternativos fica evidente no exemplo a seguir:

Os resultados indicam que os benefícios advindos do biogás para o uso domiciliar apresentaram vantagem comparativa em relação ao uso de fontes convencionais, como energia elétrica e GLP. As economias de energia do sistema resultaram em R\$ 3.698,00 por ano frente aos custos totais que foram de R\$ 1.218,50 ao ano. Nessas condições, verificou-se que o equipamento utilizado para os domicílios pode ser amortizado num prazo de 2,5 anos. Também para o biodigestor direcionado à produção, os resultados mostram a viabilidade econômica do processo, pois frente ao mesmo custo anual, foram geradas economias de custos de R\$ 9.080,57 por ano, o que permite que o investimento seja recuperado em 11 meses. (ESPERANCINI, et al, 2007, p. 117).

A partir disso, podemos tirar algumas conclusões satisfatórias. A primeira delas se refere claramente a vantagem econômica em relação à substituição das fontes convencionais. A partir disso, no que se refere aos custos de implantação, vemos que, mesmo sendo um pouco elevados, estes possuem um período curto de retorno, o qual se traduz em números de economia no consumo total de energia via das fontes convencionais, devido à substituição de uma parcela significativa do consumo final. Nesse caso, em uma propriedade bem estruturada, é possível e economicamente viável a substituição total do uso de energia das fontes convencionais pelo uso de fontes alternativas renováveis, em médio prazo.

Tomando esse exemplo, podemos a partir disso pensar formas de aprimoramento do seu sistema como um todo, levando em conta algumas realidades específicas, como por exemplo, além do uso em aquecimento e geração de energia, há também possibilidade de uso em pequenas máquinas agrícolas, como trituradores, descascadores de grãos, e com o aprimoramento da tecnologia, até mesmo o uso em veículos agrícolas, porém há de se pensar que a realidade do campo muitas vezes não suporta tal avanço. Levando em conta isso, o foco na geração de eletricidade torna-se mais promissor uma vez que a energia elétrica pode ser utilizada para uma ampla gama de finalidades.

A partir da realidade da agricultura ecológica, vemos que esta não depende muito do uso de grande maquinário agrícola, porém ao mesmo tempo, uma maior autonomia de produção pode ocorrer ao se promover a melhoria das tecnologias do campo, que sejam adaptadas para essa realidade de produção em escala reduzida. Para além, a autonomia energética deve promover uma melhoria da qualidade de vida de uma maneira geral.

Levando em consideração essa perspectiva, existem atualmente diversos exemplos de geração de energia que se encaixam no âmbito do baixo custo de implantação, ao mesmo tempo em que apresentam um rendimento considerável. Exemplos desse tipo são encontrados em locais onde a geração elétrica convencional não se torna possível, porém cabe levar em conta que não apenas fatores geográficos impedem que a energia elétrica seja distribuída nesses locais. Há também diversas questões burocráticas, principalmente quando se trata da zona rural, que o impedem, como por exemplo, irregularidade de terrenos, o que em muitos casos, como áreas de posse por usucapião, não se torna possível o acesso à eletricidade devido a isso.

Situações como esta trazem demandas por outras soluções energéticas emergenciais, como o uso de geradores de eletricidade através de motores à combustível, o que é uma realidade onde não se tem acesso à energia elétrica.

Pensando nessas realidades, partimos para uma contextualização onde possamos trazer essas diferentes formas de geração alternativa de energia para o contexto onde estão inseridas. Nesse sentido, fica evidente que o desenvolvimento de sistemas de pequena escala torna-se uma oportunidade interessante a ser explorada, uma vez que levando em conta as diferentes realidades de acesso, a autonomia energética é algo de ser pensado.

5.1 O CICLO STIRLING NA ENERGIA RENOVÁVEL

Este tópico surge com o intuito de demonstrar a importância do desenvolvimento de novas tecnologias para o campo, pensando na baixa escala de geração de eletricidade, e tendo em vista a enorme variabilidade de fontes energéticas renováveis e alternativas.

Aos anos 1800, a principal fonte de energia era o carvão mineral. Motores a vapor moviam as locomotivas e os equipamentos industriais da época. Robert Stirling, escocês, observando os crescentes acidentes envolvendo explosões desses motores a vapor, muitas vezes devido à extrema pressão de trabalho das máquinas e da baixa tecnologia, no ano de 1818 propôs uma forma de resolver esse problema. Sua invenção, denominada Motor Stirling (ou Sterling), tratava-se de um novo conceito de motor, o qual trabalhava com ciclos de aquecimento e resfriamento de gases em câmaras confinadas, assim utilizando-se de menos pressão, e conseqüentemente sendo uma alternativa aos perigosos motores a vapor. Porém com o avanço da tecnologia da metalurgia, o surgimento de novas ligas de aço

especial, capazes de resistir ao calor elevado e pressão extrema das caldeiras fez com que essa tecnologia fosse considerada obsoleta em meados de 1922. (UFRJ. 2005. Não paginado).

Segundo a literatura, é sabido que o ciclo Stirling é considerado o que mais se aproxima do máximo rendimento de uma máquina térmica, com seu rendimento sendo consideravelmente superior aos atuais motores de combustão interna.

Diversos modelos de motor Stirling fazem parte da ampla gama de pesquisas a seu respeito, muitos sendo desenvolvidos com o objetivo didático, como o exemplo a seguir:

Imagem 1- Exemplo de modelo de motor Stirling de baixo custo

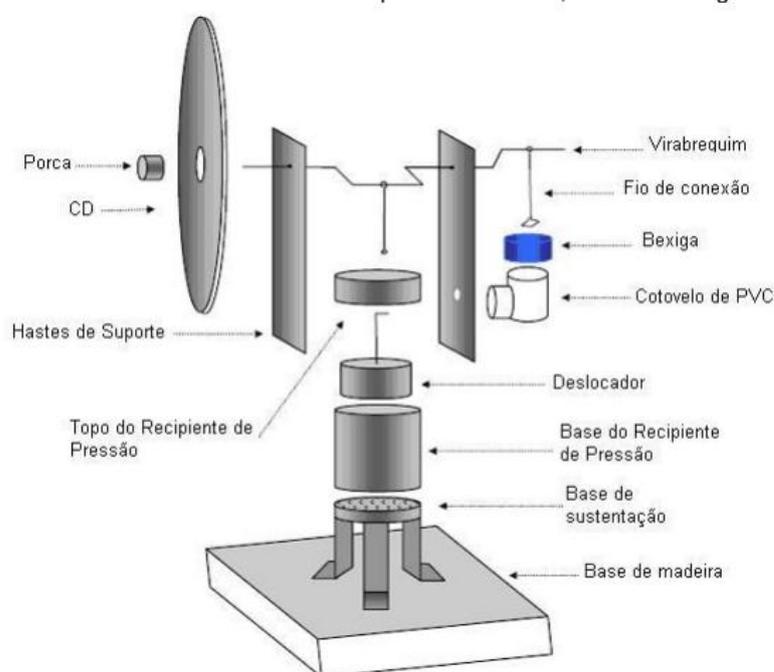


Figura 1: modelo do Motor Stirling

FONTE: SILVA. 2008, p. 15-5.

Nessa pesquisa, como forma de entendermos essa necessidade no desenvolvimento das fontes renováveis de energia, abordaremos a seguir alguns exemplos, em que o ciclo do motor Stirling foi usado em sistemas que utilizam alguma forma de energia renovável. Os exemplos usados abordam pesquisas com biomassa e utilização de energia solar, ambas as quais o motor Stirling está presente nos protótipos.

O motor Stirling possui uma ampla gama de aplicações. Principalmente na questão energética, este possui uma rentabilidade consideravelmente maior ao se comparar quaisquer outros dispositivos que transformam calor em energia cinética como os conhecidos motores de combustão interna.

Diante disso, existem nesse ramo de pesquisa diversos trabalhos que buscam desenvolver essa alternativa, visto que a biomassa possui uma ampla gama de possibilidades de fornecimento de energia térmica, justamente o essencial à utilização de um motor do tipo Stirling.

No exemplo a seguir, extraído de um trecho do artigo *USO DE BIOMASSA COMO COMBUSTÍVEL PARA ACIONAMENTO DE MOTORES STIRLING*, vemos a rentabilidade ao se utilizar uma tecnologia pouco conhecida, como o motor Stirling, para a ampliação do rendimento de uma fonte energética de biomassa.

Imagem 2- motor Stirling movido à biomassa.



FONTE: BARROS, et al. 2003, p.9

Pensando do ponto de vista da geração em microescala, trata-se de um modelo economicamente rentável, ainda ao se levar em consideração uma provável utilização em locais com disponibilidade de material de biomassa, como cooperativas, assentamentos, acampamentos, entre outros.

Segundo Hsu e colaboradores, o motor Stirling pode operar em instalações de baixa potência com uma eficiência satisfatória. (HSU, 2002). Já a grande maioria dos sistemas térmicos de conversão de energia se apresentam muito ineficientes em instalações de pequena capacidade. É importante salientar a possibilidade do uso de diversas fontes de calor para operação de motores Stirling. Dentre estas fontes de calor, atualmente vem se destacando em pesquisas, por serem fontes renováveis de energia: o uso da energia solar e o uso de diversos tipos de biomassa como combustíveis. (BARROS, et al. 2003. Não paginado).

De forma semelhante existem diversos projetos e trabalhos os quais buscam paralelamente desenvolver formas de aplicação do motor Stirling em escala para utilização através do aproveitamento da energia térmica solar. Exemplos desse tipo são encontrados em trabalhos como o texto a seguir:

A utilização de motores Stirling, tendo como fonte energética a energia solar para a geração distribuída, ou seja, sem a necessidade de conexão com a rede de distribuição e isolado dos grandes centros é uma grande vantagem desse tipo de tecnologia, possibilitando o acesso à eletricidade pela população que vive em comunidades isoladas. (SATIRO; COUTINHO. 2012 p. 15)

Atualmente existem diversos modelos de sistemas de concentração do calor do Sol para maior aproveitamento de sua energia térmica, e ambos os modelos de concentradores disponíveis atualmente são amplamente utilizados em estações experimentais e/ou usinas termoelétricas, sendo utilizados para a geração de energia diversos tipos de motores e turbinas a vapor.

O intuito desses exemplos é o de demonstrar a real possibilidade de expansão dessa forma de energia, em cenários futuros, onde a demanda pela eletricidade tornará indispensável que repensemos a questão energética como um todo, não apenas economicamente, mas socialmente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenrolar deste trabalho teve como intuito demonstrar a importância das fontes de energia alternativas e renováveis no desenvolvimento futuro da matriz energética, dando ênfase para isso na análise da realidade energética do estado do Paraná. Exemplos de reaproveitamento de resíduos na geração de energia elétrica, oportunidades de desenvolvimento nos diferentes setores de energia renovável, e as alternativas ainda em

processo de desenvolvimento para o aprimoramento dessas tecnologias fazem parte dessa pesquisa, a qual está pautada na análise de como todo esse cenário da energia renovável poderá vir a favorecer o pequeno agricultor, e as comunidades camponesas, na questão da autonomia energética.

Exemplos de aprimoramento das fontes renováveis, os motores do tipo Stirling proporcionam aos sistemas de geração de energia elétrica o seu respectivo aumento de rendimento, além da possibilidade de utilização em baixa escala, ideal para sistemas renováveis. Diante disso, trata-se de uma forma de geração rentável no contexto da energia alternativa destinada a sistemas de baixa escala.

Além disso, sobre as inúmeras possibilidades voltadas à geração de energia em escala reduzida encontradas na pesquisa, destaca-se a sugestão de construção e aperfeiçoamento de um protótipo de motor Stirling híbrido, o qual possa usufruir da energia solar associada à utilização de calor proveniente da queima de outros tipos de combustível de origem renovável. Dessa forma, propicia-se uma maior autonomia do sistema como um todo, ao mesmo tempo em que se visa ampliar suas potencialidades para diferentes realidades de acesso aos recursos necessários de geração de energia.

Trazendo a partir disso para a perspectiva da realidade de vida das comunidades sem acesso à eletricidade, reforça-se a ideia de aumentar a rigidez na cobrança por parte dos povos do campo para com seus representantes políticos, no sentido da realização de políticas públicas voltadas para o acesso à energia.

A questão energética, a um primeiro momento, tende a ser diretamente relacionada aos interesses das classes dominantes. Diante disso, se faz necessária uma mudança de paradigma a respeito da necessidade do desenvolvimento da autonomia energética no campo, de forma viável e acessível a todos.

A partir disso gera-se uma reflexão sobre as desigualdades sociais envolvidas diretamente no acesso à energia pelos povos. De acordo com Schaeffer (et al. 2003, p. 15), temos:

No entanto, quando se analisam dados relativos a riqueza nacional, como o PIB e ao PIB/capita, torna-se patente o fato de que, quando comparado a outros países em desenvolvimento, o Brasil não é propriamente um país pobre. Trata-se, na realidade, de um país rico, mas muito injusto, como demonstram os dados relativos

à desigualdade de renda, como o índice de Gini, e ao acesso à educação, saneamento, esgotamento e condições adequadas de moradia. De fato, em 2000, por exemplo, poucos países no mundo tinham distribuição de renda pior que a brasileira: apresentando um índice de Gini de 0,60, o Brasil perdia apenas para a República Centro-Africana, a Suazilândia e Serra Leoa, com respectivamente 0,61 para os dois primeiros e 0,63 para o último (Banco Mundial, 2003). Verifica-se, por exemplo, que a maior parcela da renda nacional é, historicamente, apropriada pelos 10% mais ricos da população (IPEA, 2003). (SCHAEFFER, et al. 2003, p. 15).

O panorama energético nacional serve-se de base de informações para as análises deste trabalho, o qual tende a seguir a análise a partir da realidade energética paranaense, tendo em vista um eminente crescimento das fontes alternativas. Porém, cabe enfatizar que esse panorama de desenvolvimento apenas leva em conta análises relacionado às pesquisas em grande escala. Ou seja, podemos dizer que o contexto da realidade energética é quase sempre visto em momentos específicos, e não em sua totalidade. Devido a isso, buscou-se nesse trabalho apresentar pesquisas as quais busquem esse panorama como um todo, levando em consideração as questões que estão ligadas ao desenvolvimento de alternativas energéticas que estejam coerentes com a realidade de vida dos povos do campo.

Dentre os obstáculos e desafios para a busca pela soberania energética, a principal questão em debate está acerca do desenvolvimento e aprimoramento das energias alternativas em um cenário voltado para a pequena escala, não apenas buscando objetivos econômicos, mas visando uma melhor qualidade de vida no campo. Para tal, fez-se uso de exemplos utilizados em trabalhos acadêmicos anteriores, os quais abordam sistemas geradores com essa finalidade.

Em síntese, a energia alternativa deve passar por mudanças. Não apenas em questão de expansão, mas fundamentalmente pautada na relação entre o real desenvolvimento social dos povos do campo, sob o qual surge a necessidade do desenvolvimento de uma autonomia energética, a fim de promover a emancipação dos povos para com o sistema econômico atualmente vigente.

REFERÊNCIAS

AMBIENTESST. **Economizar energia ajuda o meio ambiente?** Disponível em: <<http://ambientesst.com.br/economizar-energia-ajuda-o-meio-ambiente/>>. Acesso em 28/02/18.

BARROS. Robledo Wakin. ARADAS. Maria Eugênia Coria; COBAS. Vladmir Rafael Melian; LORA. Electo Eduardo Silva. **USO DE BIOMASSA COMO COMBUSTÍVEL PARA ACIONAMENTO DE MOTORES STIRLING.** Universidade Federal de Itajubá/ Núcleo de Estudos em Sistemas Térmicos- NEST (IEM/UNIFEI). Itajubá 2003.

BRASIL. **Atlas de energia elétrica do Brasil.** Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília. ANEEL, 2002. 153 p.: il.

BRASIL. **Gráfico da matriz energética.** Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>>. Acesso em 28/02/18.

BRASIL. **EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA-EPE. Matriz Energética e Elétrica.** Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#TOPO>>. Acesso em: 03/10/18.

BRASIL. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.** Disponível em:< https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=4>. Acesso em: 02/08/18.

BRASIL. **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Luz para Todos beneficia 15 milhões de pessoas em 10 anos.** Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/noticias/infraestrutura/2013/12/luz-para-todos-beneficia-15-mi-de-pessoas-em-10-anos>>. Acesso em: 02/08/18.

BRASIL. **PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS, PNAD. Indicador 7.1.1 - Percentagem da população com acesso à eletricidade.** IBGE. Disponível em: < <https://indicadoresods.ibge.gov.br/objetivo7/indicador711>>. Acesso em: 02/10/2018.

COSTA. Ricardo Cunha; PRATES. Cláudia Pimentel T. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado.** BNDES. 2005.

DEPARTAMENTO DE ELETROTÉCNICA. **O MOTOR DE STIRLING – HISTÓRICO**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.dee.ufrj.br/lanteg/Stirling/historico.htm>>. Acesso em 26/07/18.

ESPERANCINI. Maura S. T.; COLEN. Fernando; BUENO. Osmar De C.; PIMENTEL. Andréa E. B.; SIMON. Elias J. **Viabilidade Técnica e Econômica da Substituição de Fontes Convencionais de Energia por Biogás em Assentamento Rural do Estado de São Paulo**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.1, p.110-118, jan./abr. 2007.

ELETROBRÁS. O Papel da Eletrobrás. Disponível em: <http://www.elektrobras.gov.br/ELB/data/Pages/LUMIS641DB632PTBRIE.htm>. Acesso em: 10/05/18.

GOLDENBERG; PRADO. **Reforma e crise do setor energético no período FHC**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20702003000200009>. Acesso em 03/03/18.

MARX. Karl; KAUSTSKY. Karl; LENIN. Vladimir Ilitch. **Teorias do Desenvolvimento Capitalista na Agricultura**. Parte 1: Resumo dos três volumes por Julian Borchardt. Tradução: Ronald Alves Schmidt. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 1973. Parte 2: tradução: C.IPEROIG. 3ª Ed. Gráfica Editora Laemmert S.A. Rio de Janeiro, 1968. Parte 3: tradução: José Paulo Netto. Revisão: Paulo Bezerra. Abril Cultural. São Paulo, 1982. 2010, 237p.

MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGENS- MAB. **Movimento dos Atingidos por Barragens**. Disponível em: <http://www.mabnacional.org.br/publicacoes/folder_mab_port.pdf>. Acesso em: 14/11/18.

NOVAK. Alessandra Cristine; SCHNEIDER. Ariane Hinça; SIMÃO. Carla Adriane Fontana; FRÖHLICH. Carlos Eduardo; SYDNEY. Eduardo Bittencourt; BOSCH. Emily; LOFHAGEN. Janaina Camile Pasqual; BAZZO. Juliane; WILDAUER. Laila Del Bem Seleme; MAKISHI. Lilian Machado Moya; SOUZA. Marília de; STUMM. Michelli Gonçalves. **OPORTUNIDADES DA CADEIA PRODUTIVA DE BIOGÁS PARA O ESTADO DO PARANÁ**. Curitiba: SENAI/PR. 2016. 144 p.; 21 x 28 cm. ISBN 978-85-5520-015-1.

PIRES. José Claudio Linhares. **O Processo de Reformas do Setor Elétrico Brasileiro**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 6, n. 12, p. 137-168, dez. 1999.

PORTAL DO PROFESSOR. **Utilização de energias limpas**. Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=40672>>. Acesso em 28/02/18.

PINTO, Tales dos Santos. "**O apagão energético de 2001**"; *Brasil Escola*. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/historiab/apagao.htm>>. Acesso em 03/03/2018.

PEREIRA. Will. **Wil Pereira: "Eletrobras e a soberania nacional ameaçadas"**. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/jornal/opiniaio/2017/08/wil-pereira-eletrobras-e-a-soberania-nacional-ameacadas.html>. Acesso em: 10/05/18.

ROCHA. Marília Azevedo Bassan Franco da. **Matriz energética do Estado do Paraná**. Revista FAE, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 42 - 55, jul. /dez. 2014.

SATIRO. Antônio Ricardo Grippa; COUTINHO. Leander Passos. **Motor Stirling movido a Energia Solar: Revisão Bibliográfica e um Estudo de Caso**. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2012.

SCHAEFFER, Roberto; COHEN, Claude; ALMEIDA, Mauro Araújo; ACHÃO, Carla Costa; CIMA, Fernando Monteiro. **Energia e pobreza: problemas de desenvolvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil**. Santiago de Chile. 2003.

SILVA. Renato Peron Da. **PROJETO MOTOR STIRLING**. Universidade Federal de Campinas- Unicamp. 2008.

SCHULTZ. Dario Jackson; ANUNCIACÃO. Sérgio Moreira da; SOUZA. Marcelo Lima de; MAROZINSKI. Paulo Raffael. **Atlas do Potencial Eólico do Estado do PARANÁ**. Engenharia Eólica - Camargo Schubert. Atlas do Potencial Eólico do Paraná / Engenharia Eólica - Camargo e Schubert, Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC. Curitiba, 2007. 53 p.: il.

SOLAR ENERGIA. Alta temperatura Energia Solar Térmica. Disponível em: <<https://pt.solar-energia.net/solar-termica/temperatura-alta>>. Acesso em: 03/08/18.

TIEPOLO. Gerson Máximo; JUNIOR. Osiris Canciglieri; JUNIOR. Jair Urbanetz. **ESTUDO DO POTENCIAL DE PARTICIPAÇÃO DAS FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NA MATRIZ ELÉTRICA DO ESTADO DO PARANÁ**. Revista Brasileira de Energia, Vol. 20, Nº 2, 2º Sem. 2014, pp. 79-90.

WEBIOENERGIAS. **Cana-de-açúcar registra em 2009 participação recorde na matriz energética**. Disponível em:<<http://www.webioenergias.com.br/noticias/biocombustiveis/549/cana-de-acucar-registra-em-2009-participacao-recorde-na-matriz-energetica.html>>. Acesso em 28/02/18.