

# ESTATÍSTICA E GEOESTATÍSTICA LIGADAS A ENERGIAS RENOVÁVEIS E AO MEIO AMBIENTE

Mariane Martins Silva Pelegrinelli<sup>1</sup>



## RESUMO

Muitas fontes de energia são importantes e indispensáveis à nossa vida, ao desenvolvimento da economia e à melhoria da qualidade de vida da população. Os padrões de vida atuais apresentam uma dependência e uma demanda cada vez maior de energia, principalmente elétrica, mas não limitada exclusivamente a ela. Contudo, o fornecimento de energia para atender tamanha demanda tem sido realizado de forma insustentável ao longo dos anos, utilizando os recursos naturais como se os mesmos não possuíssem fim. Recentemente o interesse comum da sociedade vem motivando o desenvolvimento e a implantação de sistemas de geração baseados em fontes renováveis, e mudanças importantes já podem ser observadas mundialmente. As energias renováveis estão hoje estabelecidas em todo o mundo como fontes importantes de energia. Seu crescimento rápido, particularmente no setor elétrico, é impulsionado por vários fatores, entre eles a melhora da competitividade dos custos das tecnologias renováveis, iniciativas de políticas públicas específicas, melhor acesso a financiamento, preocupações ambientais e de segurança energética, demanda crescente de energia nas economias em desenvolvimento e emergentes e a necessidade de acesso a energia moderna.

## PALAVRAS CHAVE

Energia, Meio ambiente, Mundo.

## ABSTRACT

Many sources of energy are important and indispensable to our lives, to the development of the economy and to the improvement of the population's quality of life. Today's living standards have a growing dependence on and demand for, but not limited to, electrical energy. However, the supply of energy to meet such demand has been unsustainable over the years, using natural resources as if they had no end. Recently the common interest of the society has been motivating the development and the implantation of systems of generation based on renewable sources, and important changes already can be observed worldwide. Renewable energies are now established throughout the world as important sources of energy. Its rapid growth, particularly in the electricity sector, is driven by a number of factors, including improved competitiveness of renewable technologies, specific public policy initiatives, better access to finance, environmental and energy security concerns, developing and emerging economies and the need for access to modern energy.

## KEYWORDS

Energy. Environment. World

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade tecnológica na qual estamos inseridos apresenta sérios desafios com relação a sua própria sustentabilidade, a qual pode ser abordada sob os mais diversos aspectos. Desde os primórdios o homem extraiu da natureza os recursos necessários para saciar as suas necessidades ou realizar suas atividades, quase sempre considerando a natureza como uma fonte infinita de recursos. Nesse sentido, uma regra bastante simples, de não gastar mais do que se pode receber é quase sempre desprezada. A sustentabilidade, em suas mais diferentes abrangências, está intimamente ligada à essa premissa. Tanto sob um ponto de vista financeiro quanto um ponto de vista de recursos naturais, no sentido de não consumir mais recursos do que a própria natureza é capaz de renovar (DUPONT, 2015).

Na atualidade, as diversas formas de energias descobertas ao longo da história ainda continuam a ser usadas, mas também há o grande interesse em se desenvolver novas fontes energéticas, que sejam mais eficientes e menos danosas ao meio ambiente e à sociedade em geral, gerando-se menos poluição. Podemos citar como exemplos dessas novas fontes energéticas os combustíveis renováveis: biocombustíveis, biogás, biomassa, energia eólica, energia geotérmica, energia hidrelétrica, energia do mar e energia solar. Observa-se que na sociedade atual, também existem aquelas energias que facilitam a comunicação e o acesso às mais variadas informações, como a proveniente de pilhas e baterias portáteis, que tornaram possível o desenvolvimento do telefone celular e do computador portátil.

A natureza, sob determinadas circunstâncias, pode fornecer recursos naturais que dão origem a um determinado tipo de energia, como a energia mecânica, elétrica, térmica ou química. As diversas fontes de energia são elementos importantes e indispensáveis à nossa vida cotidiana, ao desenvolvimento econômico e à melhoria da qualidade de vida das pessoas. As fontes de energia podem classificar-se em primárias e secundárias, dependendo da sua origem.

A fonte de energia primária, também conhecida como fonte de energia natural, é encontrada ou captada diretamente da natureza, sendo fornecida por ela. As fontes de energia primária são classificadas em renováveis e não renováveis. As energias renováveis são uma infinita fonte geradora mesmo que sejam utilizadas pelo Homem, possuindo a capacidade de se regenerar naturalmente. Elas nunca se esgotam, isto é, são fontes contínuas de energia. Como exemplos de energias renováveis, podemos citar os biocombustíveis, biogás, biomassa, energia eólica, energia geotérmica, energia hidrelétrica, energia do mar e energia solar.

As energias não renováveis são os recursos naturais que, quando utilizados, não podem ser repostos pela ação humana ou pela natureza, e as suas quantidades tornam-se cada vez mais reduzidas com o consumo por parte do Homem, ou seja, são esgotadas com o seu uso. Os combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural) e a energia nuclear são exemplos de energias não renováveis.

Já a fonte de energia secundária são aquelas resultantes de um ou mais processos de transformação das fontes primárias. Como exemplos, podemos citar o óleo diesel, óleo combustível, gasolina (automotiva e de aviação), gás liquefeito de petróleo (GLP), querosene (para iluminação e de aviação), gases siderúrgicos (de altoforno e de coqueria), coque de carvão mineral, eletricidade, carvão vegetal, álcool etílico (anidro e hidratado) e alcatrão. Observa-se que a energia possui um papel importante no desenvolvimento dos países, pois é um dos elementos mais importantes dos sistemas de engenharia, assim como o transporte e a comunicação (MATIAS, 2014).

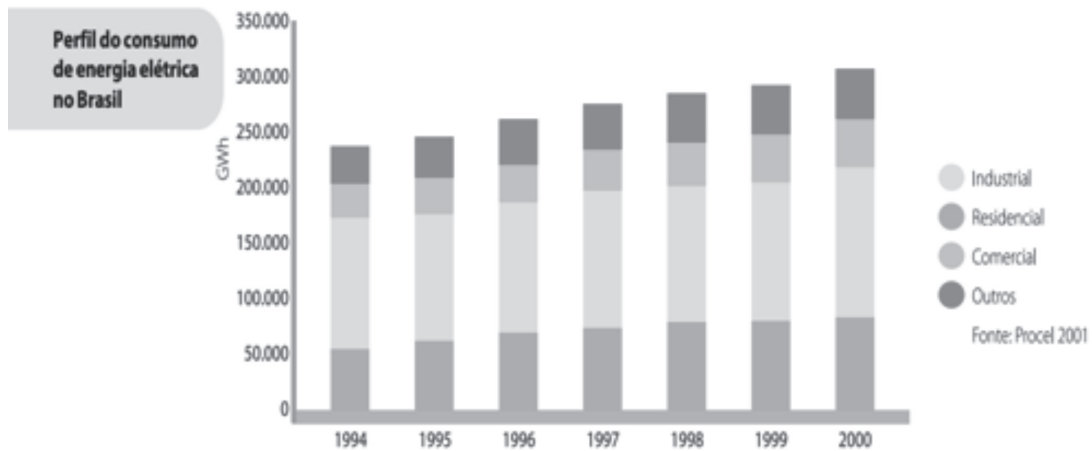
## 2 ENERGIA

Energia é um termo amplamente utilizado na descrição e na explicação de fatos cotidianos, sendo um tema de grande relevância para a sociedade moderna. Notícias sobre construções de hidrelétricas e termelétricas, preço do petróleo, uso de fontes renováveis de energia, riscos da energia nuclear, são frequentes nos meios de comunicação. Sabemos que as principais fontes de energia em uso atualmente: movimento das águas e do ar, o calor produzido por reações químicas ou nucleares e a luz solar são todas conversíveis por meio de dispositivos adequados em energia elétrica. Esta por sua vez, depois de servir como "intermediária" até os locais de consumo, é convertida em outras "formas" desejadas.

Outra maneira de transportar energia até seu local de consumo é por meio da energia química ou nuclear "armazenada" nos diversos combustíveis. Estes, da mesma forma que no caso da energia elétrica, deverão passar por um processo de transformação a fim de que possamos dispor da energia neles contida. Assim,

após ser produzida e transportada, a energia estará disponível para o consumo. Contudo, como nas sociedades modernas atuais o consumo é muito alto, passam a ser relevantes os problemas de ordem ambiental, social, econômica e geopolítica envolvidos em todas estas etapas. Desta forma, a experiência cotidiana nos revela que a energia, além de ser indispensável ao nosso atual modo de vida, precisa ser tratada de modo sustentável desde sua produção, até seu armazenamento, transporte e consumo (BUCUSSI, 2006).

Figura 1 – Perfil do consumo de energia elétrica no Brasil



Fonte: Procel (2001).

### 3 ENERGIAS NÃO RENOVÁVEIS E RENOVÁVEIS

Figura 2 – Definição de energia renovável e não renovável

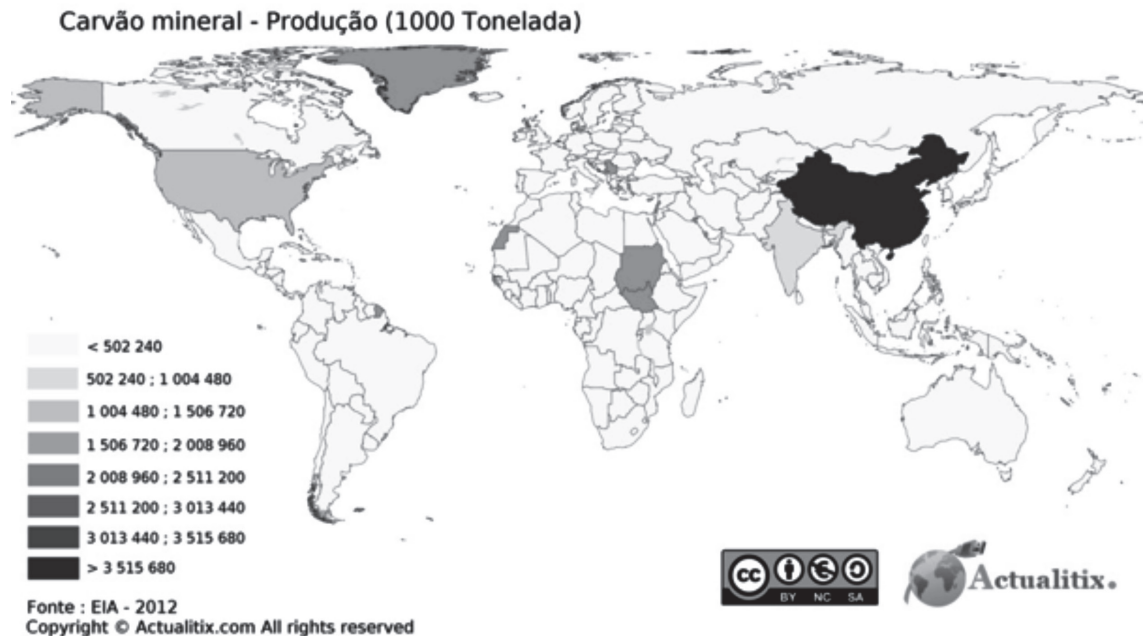


Fonte: Brasil Escola e Energias Renováveis.

### 3.1 ENERGIA NÃO RENOVÁVEL

(1) Carvão - é uma rocha orgânica com propriedades combustíveis, constituída por carbono. A exploração de jazidas de carvão é feita em mais de 50 países, o que demonstra a sua abundância. O carvão era utilizado em todos os processos industriais e, ao nível doméstico, em fornos, fogões etc. Foi, inclusive o primeiro combustível fóssil a ser utilizado para a produção de energia elétrica nas centrais térmicas (ROCHA; COSTA, [s.d.]).

Figura 3 – Produção de carvão mineral



Fonte: EIA (2012)

(2) Petróleo - A teoria mais aceita para a formação do petróleo é que ele surgiu por meio de restos orgânicos de animais e vegetais depositados no fundo de lagos e mares, sofrendo transformações químicas ao longo de milhares de anos (ROCHA; COSTA, [s.d.]). O petróleo é um óleo mineral, de cor escura e cheiro forte, constituído basicamente por hidrocarbonetos. A refinação do petróleo bruto (ou crude) consiste na sua separação em diversos componentes e permite obter os mais variados combustíveis e matérias-primas. As primeiras frações da refinação (isto é, os primeiros produtos obtidos) são os gases butano e o propano, que são separados e comercializados individualmente.

No entanto, podem também ser misturados com o etano constituindo, assim, os gases de petróleo liquefeitos (GPL). Um dos principais objetivos das refinarias é obter a maior quantidade possível de gasolina. Esta é a fração mais utilizada do petróleo e, também, a mais rentável, tanto para a indústria de refinação como para o Estado. Saliente-se que, todos os transportes, a nível mundial, dependem da gasolina, do jet fuel (usado pelos aviões) e do gasóleo. Por esta razão, as refinarias têm vindo a de-

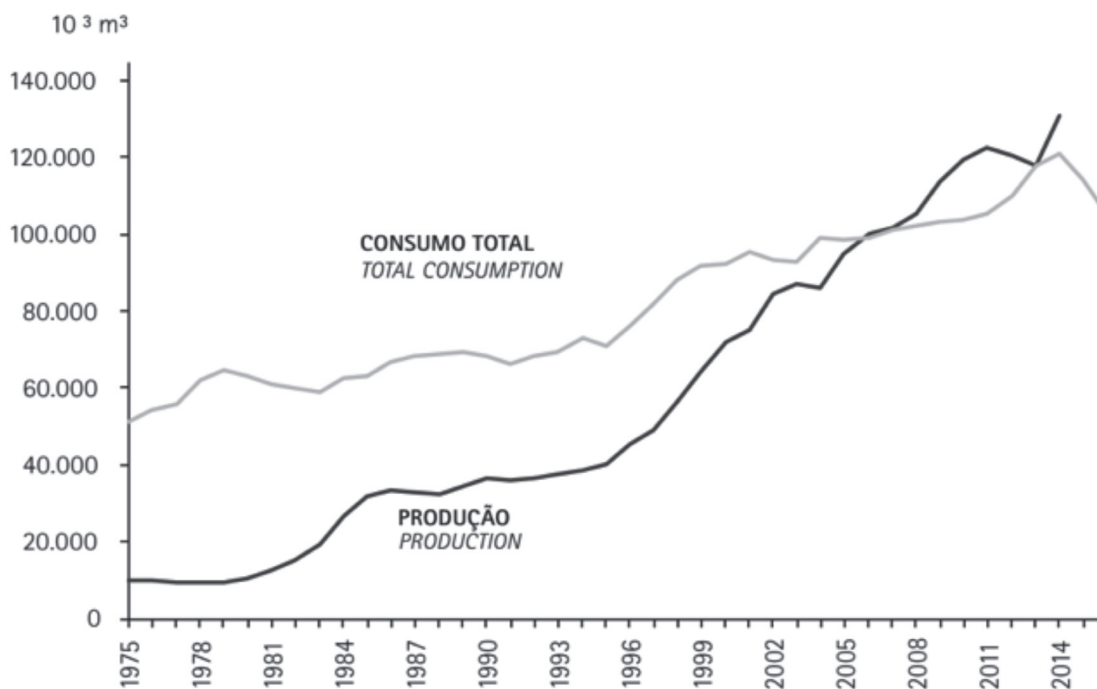
envolver, cada vez mais, os processos de transformação das frações mais pesadas do petróleo bruto em gasolina e gásóleo.

Estima-se que, com o atual ritmo de consumo, as reservas planetárias de petróleo se esgotem nos próximos 30 ou 40 anos.

Trata-se de um combustível muito nocivo para o ambiente em todas as fases do consumo:

- Durante a extração, devido à possibilidade de derrame no local da prospecção;
- Durante o transporte, o perigo advém da falta de fiabilidade dos meios envolvidos, bem como, da utilização de infraestruturas obsoletas;
- Na refinação, o perigo de contaminação por meio dos resíduos das refinarias é uma realidade;
- No momento da combustão, devido à emissão para a atmosfera de gases com efeito de estufa.

Figura 4 – Consumo e produção de petróleo 1975 a 2014



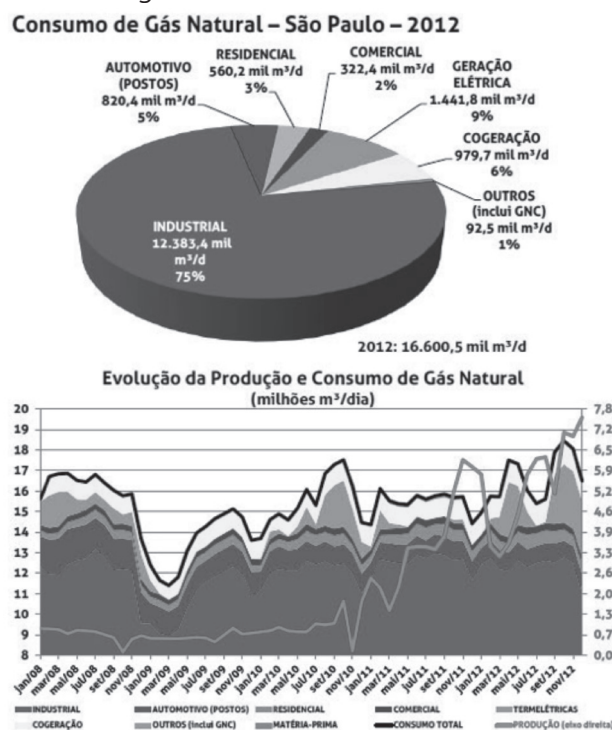
Fonte: MME (2014).

(3) Gás Natural - é um combustível de origem fóssil e, como os demais combustíveis fósseis, é uma mistura de hidrocarbonetos gasosos originados da decomposição de matéria orgânica fossilizada ao longo de milhões de anos. Em seu estado bruto, o gás natural é composto principalmente por metano, com proporções variadas de etano, propano, butano, hidrocarbonetos mais pesados e também CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, água, ácido clorídrico, metanol e outras impurezas. Os maiores teores de carbono são encontrados no gás natural não-associado.

As principais propriedades do gás natural são a sua densidade em relação ao ar, o poder calorífico, o índice de Wobbe, o ponto de orvalho da água e dos hidrocarbonetos, e os teores de carbono, CO<sub>2</sub>, hidrogênio, oxigênio e compostos sulfurosos. Além de insumo básico da indústria gasoquímica, o uso do gás natural aumentou nos setores industrial, de transporte e de geração de energia elétrica. O investimento na produção de gás para a geração de energia termo elétrica tem despertado o interesse de analistas e empreendedores, dado o esgotamento dos melhores potenciais hidráulicos do país e a necessidade de expansão do parque gerador de energia elétrica.

Considerado o mais limpo dos combustíveis fósseis, possui características que favorecem uma maior durabilidade aos equipamentos que o utilizam e reduzem os impactos ambientais. Outro diferencial é a baixíssima emissão de dióxido de enxofre e de resíduos do processo de combustão presentes na fumaça (ROCHA; COSTA, [s.d.]).

Figura 5 – Consumo de gás natural no estado de São Paulo em 2012



Fonte: investe.sp.gov.br

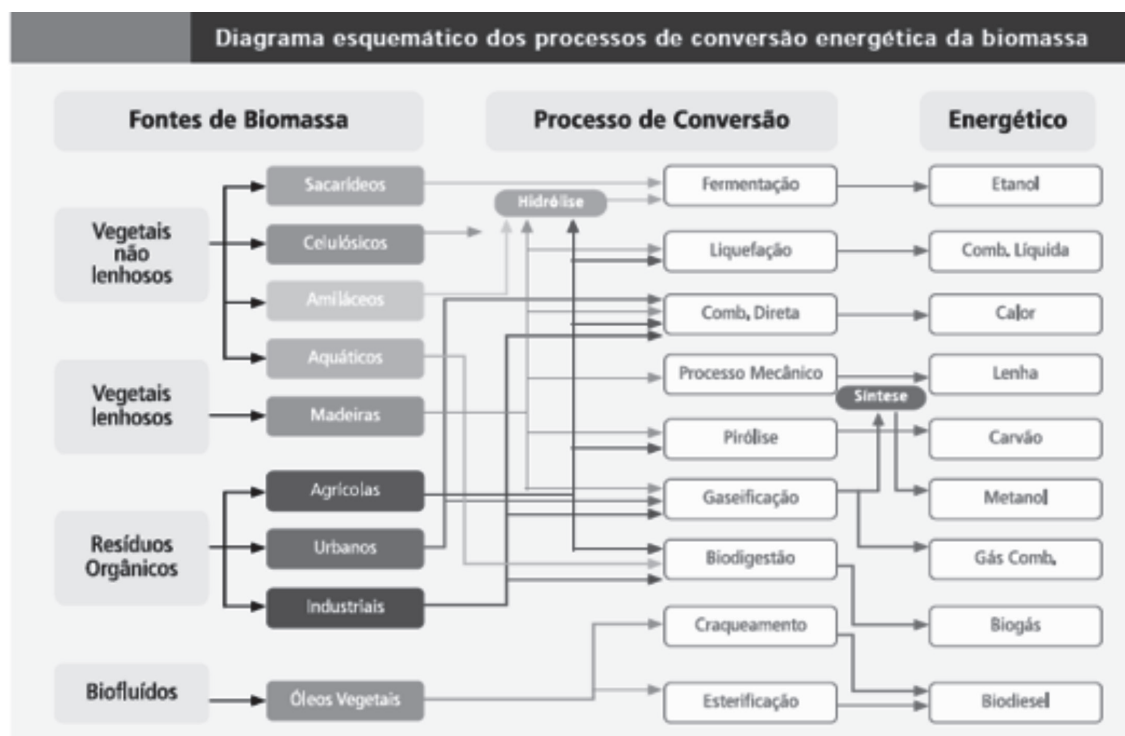
(4) Biomassa - é matéria de origem orgânica que pode ser usada como combustível em usinas termelétricas, com a vantagem de ser uma fonte renovável. Um exemplo de biomassa é a lenha. Podemos dizer que a lenha é renovável somente quando o ritmo de extração está em equilíbrio com o de reflorestamento. Caso contrário, ela perde seu caráter de renovabilidade, colocando em risco a sobrevivência das florestas. A produção de biomassa pode ocorrer pelo aproveitamento de lixo residencial e comercial, ou de resíduos de processos industriais, como serragem, bagaço de cana e cascas de árvores ou de arroz.



A biomassa representa um grande potencial energético para o Brasil, que é tradicionalmente um grande produtor de cana-de-açúcar, uma matéria-prima que pode ser integralmente aproveitada. Além da produção de açúcar, a cana é amplamente utilizada para a produção de álcool combustível, uma alternativa que contribui para reduzir o consumo de combustíveis fósseis. Mais limpo que a gasolina e o diesel, principalmente quanto à emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos, o álcool vem sendo empregado no Brasil desde 1974, quando foi implantado o Programa Nacional do Álcool. No final da década de 1980, mais de 90% dos automóveis fabricados no País eram movidos a álcool. Porém, devido a vários fatores, o Proálcool estagnou.

Segundo a Anfavea, em 2003, 95% dos automóveis fabricados eram movidos à gasolina. Mas, atualmente, os automóveis movidos à gasolina poluem menos, pois recebem uma mistura de 25% de álcool para que seja reduzida a emissão de poluentes (veja o capítulo Transportes). Em 2003 surgiu no Brasil a primeira geração de veículos bi-combustível, que podem utilizar tanto álcool como gasolina. Como o preço do álcool é menor, a expectativa é de que os bi-combustíveis (flex fuel) se popularizem e o uso do álcool combustível volte a crescer.

Figura 6 – Diagrama esquemático dos processos de conversão energética da biomassa



Fonte: BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - BEN. Brasília: MMA, 1992. (adaptado)

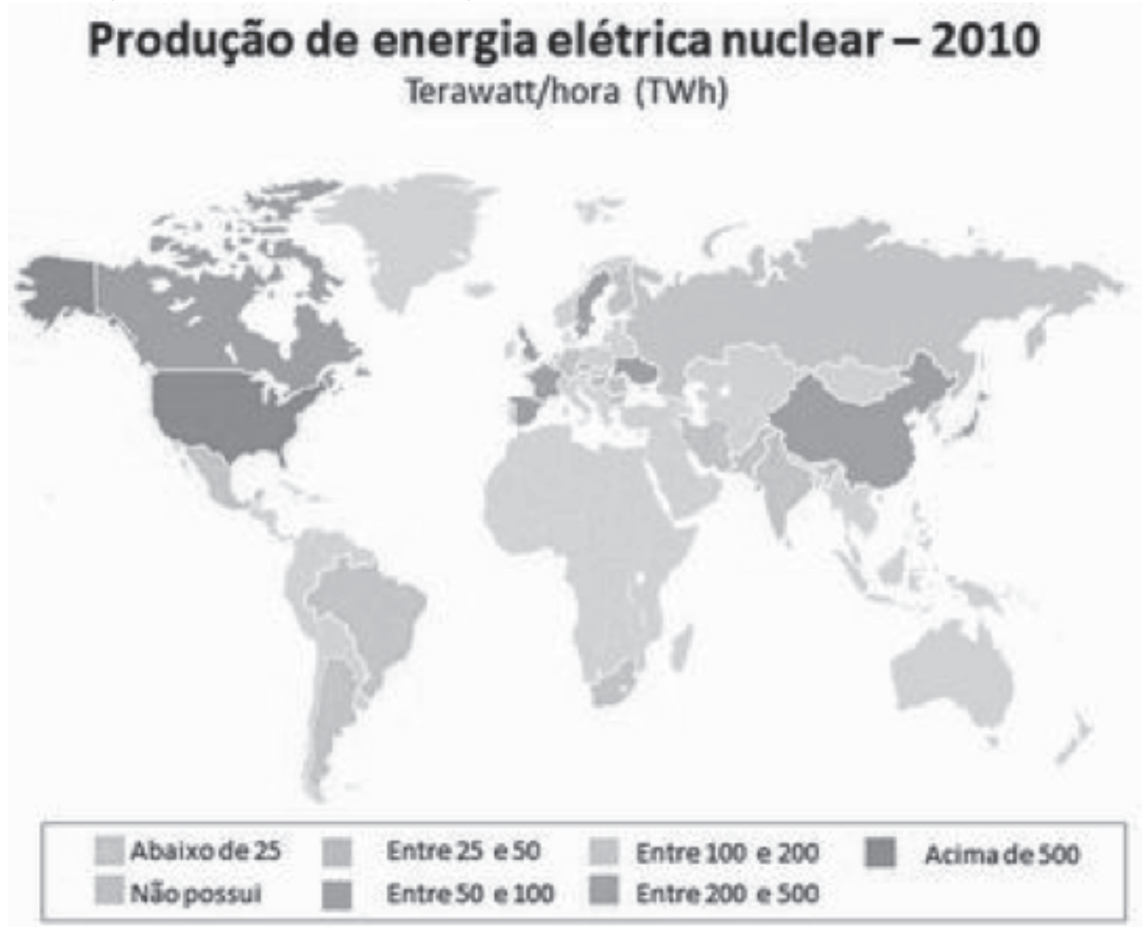
Fonte: Cavalcante (2014).



### 3.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS

(1) Energia Nuclear é a energia liberada durante a fissão ou fusão dos núcleos atômicos. As quantidades de energia que podem ser obtidas mediante processos nucleares superam em muitas as que se pode obter mediante processos químicos, que só utilizam as regiões externas do átomo (ROCHA; COSTA, [s.d.]).

Figura 7 – Produção de energia elétrica nuclear em 2010



Fonte: Portal do Professor (2012).

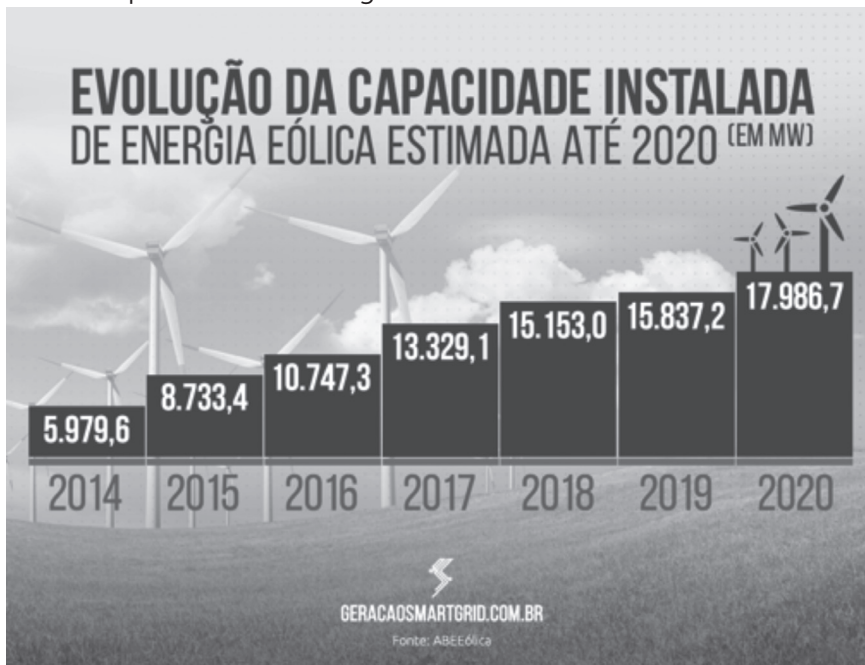
(2) Energia eólica: Denomina-se energia eólica a energia cinética contida nas massas de ar em movimento (vento). Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, para a geração de eletricidade, ou cataventos (e moinhos), para trabalhos mecânicos como bombeamento d'água. Assim como a energia hidráulica, a energia eólica é utilizada há milhares de anos com as mesmas finalidades, a saber: bombeamento de água, moagem de grãos e outras aplicações que envolvem energia mecânica.

Para a geração de eletricidade, as primeiras tentativas surgiram no final do século XIX, mas somente um século depois, com a crise internacional do petróleo (década de 1970), é que houve interesse e investimentos suficientes para viabilizar o desenvolvimento e aplicação de equipamentos em escala comercial. A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca. Atualmente, existem mais de 30 mil turbinas eólicas em operação no mundo.

Em 1991, a Associação Europeia de Energia Eólica estabeleceu como metas a instalação de 4.000 MW de energia eólica na Europa até o ano 2000 e 11.500 MW até o ano 2005. Essas e outras metas estão sendo cumpridas muito antes do esperado (4.000 MW em 1996, 11.500 MW em 2001). As metas atuais são de 40.000 MW na Europa até 2010. Nos Estados Unidos, o parque eólico existente é da ordem de 4.600 MW instalados e com um crescimento anual em torno de 10%. Estima-se que em 2020 o mundo terá 12% da energia gerada pelo vento, com uma capacidade instalada de mais de 1.200GW (WINDPOWER; EWEA; GREENPEACE, 2003; WIND FORCE, 2003).

Recentes desenvolvimentos tecnológicos (sistemas avançados de transmissão, melhor aerodinâmica, estratégias de controle e operação das turbinas etc.) têm reduzido custos e melhorado o desempenho e a confiabilidade dos equipamentos. O custo dos equipamentos, que era um dos principais entraves ao aproveitamento comercial da energia eólica, reduziu-se significativamente nas últimas duas décadas. Projetos eólicos em 2002, utilizando modernas turbinas eólicas em condições favoráveis, apresentaram custos na ordem de 820/kW instalado e produção de energia a 4 cents/kWh (EWEA; GREENPEACE, 2003).

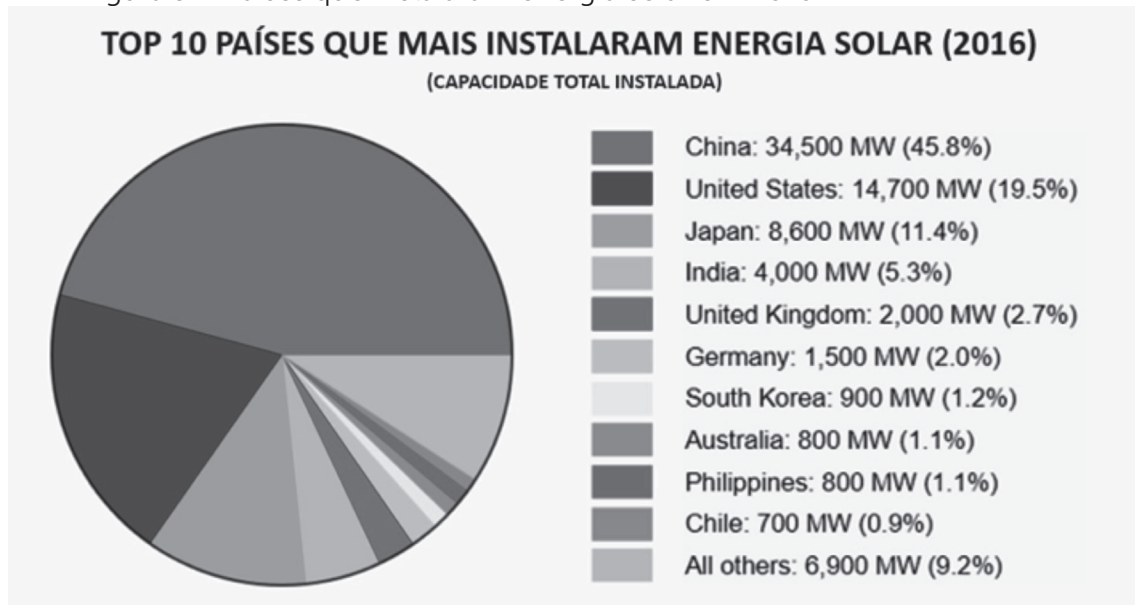
Figura 8 – Capacidade de energia eólica estimada até 2020



Fonte: ABEEólica (2017).

(3) Energia Solar é abundante e permanente, renovável a cada dia, não polui e nem prejudica o ecossistema. Soma características vantajosamente positivas para o sistema ambiental, pois o Sol, trabalhando como um imenso reator à fusão irradia na terra todos os dias um potencial energético extremamente elevado e incomparável a qualquer outro sistema de energia, sendo a fonte básica e indispensável para praticamente todas as fontes energéticas utilizadas pelo homem (ROCHA; COSTA, [s.d.]).

Figura 9 – Países que instalaram energia solar em 2016

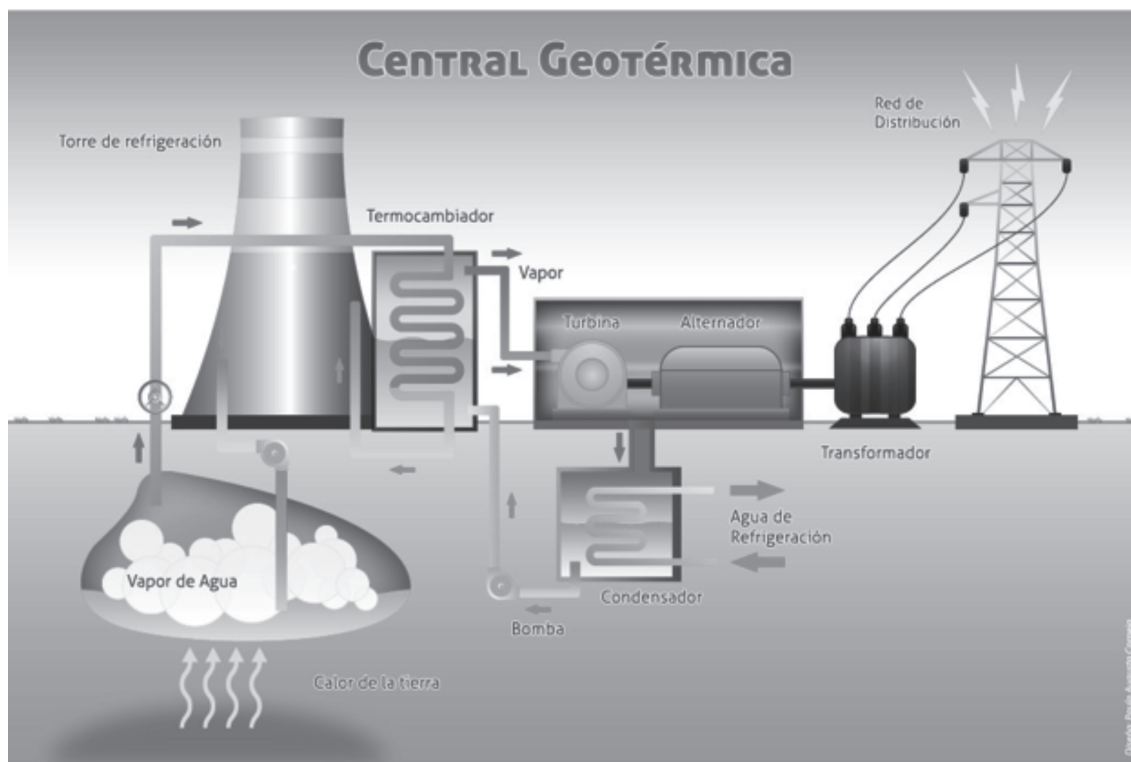


Fonte: Portal solar (2016).

(4) Energia Geotérmica se caracteriza pelo calor proveniente da Terra, é a energia calorífica gerada a menos de 64 quilômetros da superfície terrestre, em uma camada de rochas, chamada magma, que chega a atingir até 6.000°C. O magma resulta das tremendas pressões abaixo da superfície e do calor gerado pela decomposição de substâncias radioativas, como o urânio e o tório. Encontrando fissuras na crosta terrestre, o magma explode em erupções vulcânicas, ou os gases liberados com o seu resfriamento aquecem águas subterrâneas que afloram na forma de gêiseres ou minas de água quente, estes devem ser drenados até a superfície terrestre por meio de tubulações específicas.

Em seguida, o vapor é transportado a uma central elétrica geotérmica, que irá girar as lâminas de uma turbina. Por fim, a energia obtida por meio da movimentação das lâminas (energia mecânica) é transformada em energia elétrica pelo gerador (ROCHA; COSTA, [s.d.]).

Figura 10 – Esquema da central geotérmica



Fonte: Portal energias (2017).

(5) Energia Maremotriz é a energia que se obtém a partir do movimento das ondas, a das marés ou da diferença de temperatura entre os níveis da água do mar. Ocorre devido à força gravitacional entre a Lua, a Terra e o Sol, que causam as marés, ou seja, a diferença de altura média dos mares de acordo com a posição relativa entre estes três astros. Esta diferença de altura pode ser explorada em locais estratégicos como os golfos, baías e estuários que utilizam turbinas hidráulicas na circulação natural da água, junto com os mecanismos de canalização e de depósito, para avançar sobre um eixo. Por meio da sua ligação a um alternador, o sistema pode ser usado para a geração de eletricidade, transformando, assim, a energia das marés, em energia elétrica, uma energia mais útil e aproveitável (<http://www.portal-energia.com>).

A energia das marés tem a qualidade de ser renovável, como fonte de energia primária não está esgotada pela sua exploração e é limpa, uma vez que, na transformação de energia não produz poluentes derivados na fase operacional (ROCHA; COSTA, [s.d.]).

(6) Energia Hidrelétrica - é a obtenção de energia elétrica por meio do aproveitamento do potencial hidráulico de um rio. Para que esse processo seja realizado é necessário a construção de usinas em rios que possuam elevado volume de água e que apresentem desníveis em seu curso. A força da água em movimento é conhecida como energia potencial, essa água passa por tubulações da usina com muita força e velocidade.

de, realizando a movimentação das turbinas. Nesse processo, ocorre a transformação de energia potencial (energia da água) em energia mecânica (movimento das turbinas). As turbinas em movimento estão conectadas a um gerador, que é responsável pela transformação da energia mecânica em energia elétrica (ROCHA; COSTA, [s.d.]).

## 4 ENERGIA E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

A principal ameaça à existência da raça humana sobre a Terra são as mudanças climáticas, causadas pelo aumento nas concentrações atmosféricas dos gases que causam o aumento do efeito estufa. Mas há outros impactos a considerar. O sistema energético mundial é responsável por severos impactos ambientais, como derramamentos de óleo, perda de biodiversidade, chuva ácida e a poluição urbana. Os impactos ambientais podem ser categorizados em locais, regionais e globais. Em nível local, as emissões decorrentes da queima de combustíveis fósseis, inclusive as do setor de transportes, são as maiores responsáveis pela poluição urbana e, conseqüentemente, por centenas de milhares de mortes por problemas respiratórios, cardiovasculares e câncer (MOLINA; MOLINA, 2004).

Metade da população mundial vive em cidades. No início do século passado existiam apenas 3 cidades com mais de 1 milhão de habitantes, hoje existem 281. Várias metrópoles têm mais de 10 milhões de moradores e a conurbação de pequenas cidades também cria focos de problemas com material particulado (MP, principalmente os finos e ultrafinos que penetram nos bronquíolos pulmonares), dióxido de enxofre e sulfatos (SO<sub>2</sub> e SO<sub>4</sub> --), óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>, os chamados NO<sub>x</sub>), compostos orgânicos voláteis (COVs, que incluem os hidrocarbonetos – HCs), monóxido de carbono (CO), ozônio de baixa altitude (O<sub>3</sub> troposférico<sup>4</sup>) e outros poluentes.

Em nível regional, precursores da chuva ácida (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e outros) gerados por processos de combustão podem se precipitar milhares de quilômetros de distância de seu ponto de origem, muitas vezes atravessando fronteiras de países. Com a chuva e a neve, tais óxidos se convertem em ácidos (como o sulfúrico e o nítrico), atingindo diretamente ecossistemas, plantações, edifícios históricos, estruturas e outros receptores vulneráveis. Um exemplo está no carvão queimado na Europa, emitindo enxofre que se precipita sobre rios na Escandinávia, abaixando seu pH (medida de acidez) de 7 (neutro) para 4 ou menos.

Globalmente, um assunto crítico são as mudanças climáticas causadas pelo aumento do efeito estufa, que por sua vez se deve às crescentes emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e outras substâncias na atmosfera por processos naturais e antropogênicos (causados pelo homem). O principal desses processos é a produção de energia (como termelétricas, transporte, indústrias, aquecimento de ambientes etc.) de origem fóssil. O carbono depositado na crosta terrestre durante eras é lançado quase que imediatamente em termos geológicos pelos processos pós-Revolução Industrial e pela queima de florestas.

Na atmosfera, o carbono atua como um vidro, que deixa passar os raios do Sol para a Terra, mas não deixa o calor sair: esse é o chamado efeito estufa.



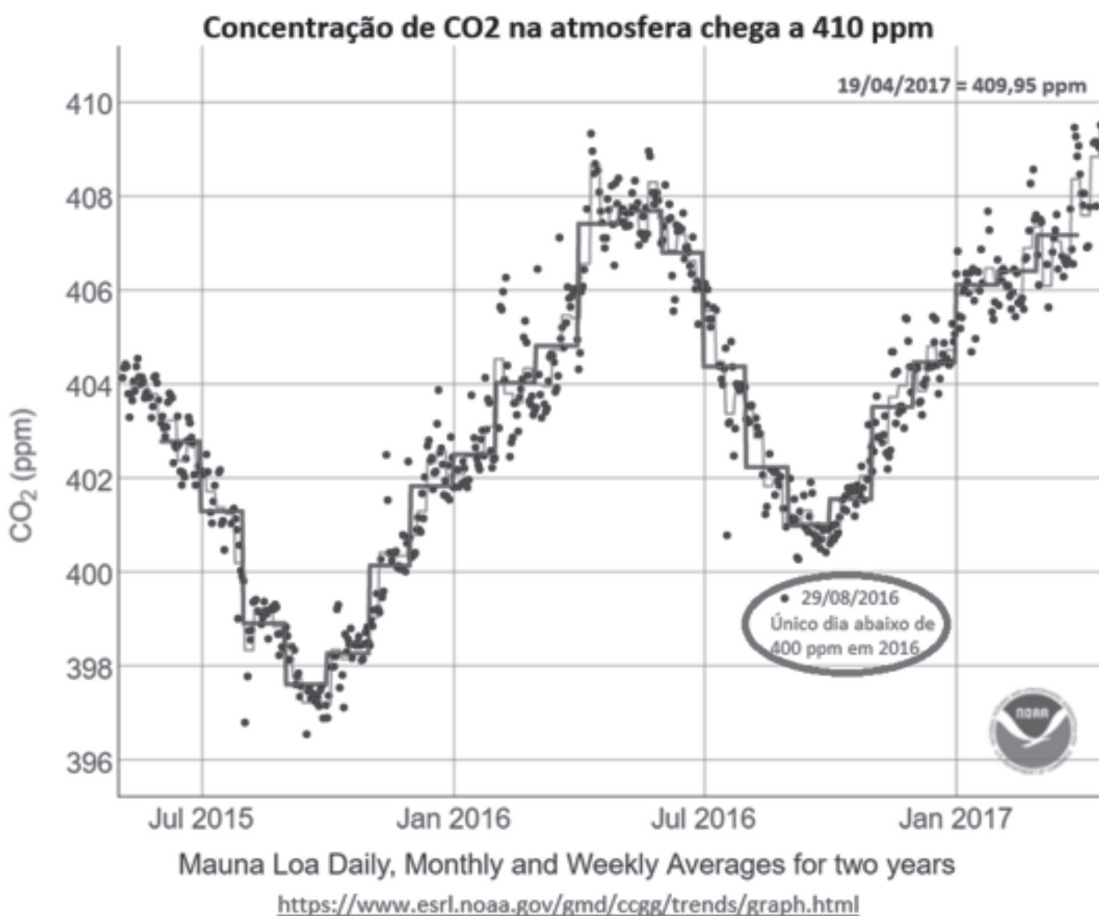
A participação dos países em desenvolvimento (pouco menos de 30%) no total de emissões por queima de combustíveis fósseis vem crescendo rapidamente nos últimos anos e deve se igualar à dos países desenvolvidos até 2035, quando cerca de 12 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> ao ano serão lançadas no total (hoje são pouco menos de 7). O desmatamento também é uma fonte importante a considerar: pouco menos de 2 bilhões de toneladas/ano de CO<sub>2</sub> são lançadas e o Brasil é o maior emissor. Ainda que com uma matriz energética consideravelmente “limpa”, o país está bem “avançado” no ranking dos maiores emissores do planeta graças ao desmatamento.

Figura 11 – Ciclo de gases poluentes



Fonte: [achetudoeregiao.com.br](http://achetudoeregiao.com.br)



Figura 12 – Concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera nos últimos anos

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com as informações contidas neste artigo, pode-se concluir que a cada dia que passa os países buscam novas fontes de energia que possam poluir cada vez menos o meio ambiente, tendo como exemplo as energias renováveis que são viáveis, porém seu custo é alto então nem todas as pessoas têm acesso, o chuveiro a energia solar é um exemplo. Entretanto, as energias não renováveis, dando ênfase ao petróleo refinado, ainda são usadas com muita frequência no dia a dia, como a gasolina, asfalto, querosene entre outros derivados.

## REFERÊNCIAS

BUCUSSI, Alessandro A. **Introdução ao conceito de energia**. V.17, 2006.

DUPONT, F.H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas**, UFSM. ISSN: 22361170.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energias renováveis: um futuro sustentável**, **REVISTA USP**, São Paulo, n.72, p.6-15, dez/fev. 2006-2007.

MATIAS, V.R.S. **Energia e meio ambiente**: aplicações geoestatísticas. I Simpósio Mineiro de Geografia, Alfenas, 26 a 30 de maio de 2014.

MOLINA, Mario; MOLINA, Luisa T. Megacities and Atmospheric Pollution. J. **Air & Waste Management Association**, v.54, p.644-80, 2004.

ROCHA; L.S.; COSTA, R.G.S. **As vantagens e desvantagens das energias renováveis e não – renováveis**. [s.d.]. Disponível em: <unigranrio.br/recursos/documentos/ICJr/12ICJr.pdf>. Acesso em: 28 maio 2018.

WINDPOWER monthly news magazine. **Knebel**, v.19, 2003.

---

**Data do recebimento:** 18 de julho de 2018

**Data da avaliação:** 1 de agosto de 2018

**Data de aceite:** 2 de agosto de 2018

---