

IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DAS ENERGIAS ALTERNATIVAS:

UM ESTUDO NECESSÁRIO

SOCIOECONOMIC IMPACTS OF ALTERNATIVE ENERGY:

A NECESSARY STUDY

Prof. Dr Maraluce Maria Custódio
maralucem@hotmail.com

Carolina Carneiro Lima
carolcarneirolima@yahoo.com.br

Eriton Geraldo Vieira
eriton.vieira@sga.pucminas.br

Neide Duarte Rolim
nedufe@hotmail.com

Lucas Emanuel de Souza
lucasttbh@hotmail.com

Lucas Magalhães de Oliveira Carvalho
lucas.magalhaes.1995@hotmail.com

Recebido em: 28/02/2016

Aprovado em: 08/09/2016

SUMARIO: Introdução; Energias Alternativas; Impactos Socioeconômicos; Considerações Finais; Referências.

Resumo:

O presente artigo descreve as fontes alternativas de energia em relação à base energética fóssil, apontando seus impactos econômicos e sociais. São opções significativas para a manutenção da produção energética, evitando-se o desabastecimento, assim como propiciando a diminuição na emissão de gases do efeito estufa. Trata-se de uma maneira de se cumprir os objetivos do Protocolo de Quioto e se respeitar a previsão constitucional de

Abstract:

This paper describes the alternatives sources of energy in relation to fossil energy base, pointing their economic and social impacts. There are significant options for the maintenance of energy production, avoiding shortages, as well as providing a reduction in the emission of greenhouse gases. The study demonstrates that alternatives energies are a way to implement the objectives of the Kyoto Protocol and to respect the constitutional terms of environmental

proteção do meio ambiente. As energias alternativas não podem ser confundidas com energias limpas, pois possuem outros impactos diversos à emissão de gases tóxicos que lhes retiram a possibilidade de obter tal adjetivação. Seus impactos, por sua vez, não podem ser considerados sinônimos de danos ambientais. Para tanto, o texto analisa os principais tipos de energias alternativas: biocombustível, nuclear, hidráulica, fotovoltaica e eólica, por meio de pesquisa bibliográfica. O método utilizado é o investigativo-dedutivo, pelo qual se busca responder a indagações sobre as externalidades socioeconômicas das energias alternativas abordadas.

Palavras-chave:

Danos; energia alternativa; energia renovável; impactos ambientais; princípio da informação

protection. Alternative energy cannot be confused with clean energy, because they have many others impacts, but they don't emit toxic gases, and because that they have such adjectivation. Their impacts, however, cannot be considered environmental damage's synonymous. For this, the paper analyzes the principal types of alternative energy sources: biofuels, nuclear, hydro, photovoltaic and wind by means of literature review. The method used is the investigative-deductible, which seeks to answer questions about the socioeconomic externalities of alternative energies covered.

Keywords:

Damages; alternative energy; renewable energy; environmental impacts; principle of information

1. Introdução

Desde a crise do petróleo na década de 70, buscaram-se alternativas energéticas em âmbito mundial de forma a manter o ritmo do desenvolvimento. Com a introdução do princípio do desenvolvimento sustentável, institucionalizado pela Convenção Rio de 1992, que tem por lógica a proteção do meio ambiente, garantindo-se o desenvolvimento econômico e a efetividade do desenvolvimento social, intensificaram-se os estudos sobre fontes energéticas alternativas. Mas, a descoberta do agravamento do efeito estufa e a tentativa legal de controle, através do Protocolo de Quioto, ampliou a utilização e pesquisas de energias alternativas. Estas, entretanto, têm sido tratadas como sinônimo de energias limpas, gerando a errônea perspectiva de que não geram impactos negativos, quando de fato apenas emitem, na maioria dos casos, menos gases de efeito estufa.

Assim, o presente estudo pretende rapidamente apresentar os impactos socioeconômicos das principais energias alternativas que não podem ser ignorados no momento de se fazer uma mudança nas bases energéticas. Demonstrando a necessidade de análise criteriosa na hora da implantação e uso, para não impactar de forma consistente nas gerações futuras. Para tanto, utilizar-se-á o método investigativo-dedutivo, apresentando por fim a necessidade de repensar a utilização destas energias sem uma inicial e necessária discussão sobre seus impactos no meio ambiente em geral, mas principalmente o antrópico.

2. Energias Alternativas

No Brasil, o conceito de energias alternativas tem sido confundido com o de energias renováveis e, por vezes, energias limpas, entretanto, os termos definem elementos distintos. Sobre a diferença entre energias alternativas e energias renováveis pontuou Carlos Alberto Simioni (2006, p.106) que

os termos “alternativa” e “renovável” muitas vezes são confundidos. Apesar de indicarem propostas ditas ambientalmente corretas, isoladamente podem não representar o que aparentam. Energia “alternativa” refere-se, em geral, àquelas formas de energia fora do padrão dominante, isto é, distinta das ligadas aos combustíveis fósseis (petróleo, carvão, gás natural e urânio). Mas não indica necessariamente que serão renováveis, pois há combustíveis fósseis alternativos, como o xisto, gás de carvão, a turfa e as areias oleosas. Uma energia alternativa, quando não renovável, pode ter tantos problemas quanto as tradicionais. É o caso do xisto betuminoso, das areias oleosas e dos combustíveis sintéticos a partir de carvão e do gás natural, que são combustíveis fósseis, porém, pouco utilizados.

É relevante ressaltar a importância de propor alternativas energéticas aos combustíveis fósseis, tanto para a saúde quanto para o meio ambiente, a segurança energética e economia. Conhecer seus impactos, entretanto, é necessário para definir de forma consciente qual ou quais as melhores a serem adotadas em determinada comunidade.

Se analisada a legislação brasileira, fica patente a confusão dos termos, como por exemplo, na Lei de Política Nacional de Modificações Climáticas, onde é considerada energia limpa aquela que não produz ou produz o mínimo de gases de efeito estufa. Ignora-se completamente outros impactos ambientais diretos ou indiretos, tais como os sociais e econômicos. Logo, percebe-se a desconsideração do meio ambiente em sua completude, quando não são avaliadas as externalidades negativas ou impactos ambientais outros, que estas formas de energia alternativas geram. (CUSTODIO; VALLE, 2015)

3. Impactos Socioeconômicos

O impacto ao meio ambiente é inerente às atividades humanas, pois, nenhuma atividade deixa de gerar consequências, sejam elas negativas ou positivas. Ressalte-se que impacto ambiental não é sinônimo de dano ambiental. O primeiro pode trazer benefícios ou prejuízos à esfera na qual ocorre. O segundo é necessariamente o prejuízo causado ao ambiente, entendido em seu sentido amplo, podendo atingir uma coletividade indefinida de indivíduos, ou seja, alcançando direitos difusos.

Neste estudo interessam, em especial, os impactos negativos previstos na Resolução CONAMA nº 01/86. Isso, porque, o furor em mudar a matriz energética na atualidade, devido ao efeito estufa e a crise hídrica, é enorme e por isso analisado sem a profundidade necessária para ter conhecimento de como realmente atua no meio ambiente. Por isso, esta mudança deve ser pensada com cautela. Ao refletir sobre a implementação de novas atividades o impacto no meio natural é sempre considerado, mas os impactos sociais acabam por ser

menosprezados, por serem as comunidades pensadas como um componente adaptável não atingido de forma tão intensa pela mudança ou mesmo por serem elas ignoradas.

Em momento algum se pretende defender o não uso das novas matrizes energéticas, mas sim, de pensar todos os impactos antes de implementá-las. Bem como os custos ambientais presentes e futuros, para que as futuras gerações não paguem pela imprudência da presente. Conforme Pacheco (2006, p 7)

Estas energias renováveis podem e devem ser utilizadas de forma sustentada, de maneira tal que resulte em mínimo impacto ao meio ambiente. O desenvolvimento tecnológico tem permitido que, aos poucos, elas possam ser aproveitadas quer como combustíveis alternativos (álcool, combustíveis) quer na produção de calor e de eletricidade, como a energia eólica, solar, da biomassa, e de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), separadas das grandes hidrelétricas, com características renováveis, constituindo-se em fonte convencional de geração de eletricidade.

Mas não parece que tais impactos estão sendo realmente pensados.

A Resolução CONAMA Nº01/86 prevê que ao analisar os impactos da atividade, o estudo de impacto ambiental deva ser uma ferramenta de identificação, interpretação e prevenção das consequências de determinada atividade humana ao meio ambiente. E define a avaliação de impacto ambiental como um instrumento de política ambiental composto por um conjunto de procedimentos capaz de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame dos impactos ambientais – no meio ambiente como um todo: natural, artificial, cultural e do trabalho (SILVA, 1996) - de uma proposta - projeto, programa, plano ou política - e de suas alternativas, que os resultados sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por eles devidamente considerados.

É patente que o direito fundamental ao meio ambiente, e garantidor do direito à vida, está acima dos benefícios econômicos que a atividade energética pode garantir, entretanto, não se deve utilizar o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado como delimitador puro e simples do desenvolvimento econômico, sob pena de descumprir o princípio do desenvolvimento sustentável. Mas, em médio ou longo prazo, se as atividades não forem analisadas adequadamente em seus impactos, estas podem impactar negativamente, inclusive, na economia.

Da análise das leis nacionais pode-se perceber que ainda é tímido o tratamento do legislador brasileiro em relação às energias alternativas, pois o setor energético brasileiro está arraigado economicamente aos combustíveis fósseis e à matriz hidrelétrica, apenas. A própria lei criadora do principal programa de incentivo à diversificação das matrizes energéticas no país é conhecida como a “Lei do Petróleo”. Quando as energias alternativas despontam neste contexto, surgem ainda de forma tímida e a legislação ainda tem deixado aquém o estudo do impacto destas, especialmente em termos sinérgicos.

As energias renováveis, sem sombra de dúvidas, são mais eficientes e menos poluentes que as de fontes fósseis e as alternativas contribuem para reduzir a dependência energética destes. Entretanto, também têm vários impactos no meio ambiente como um todo que devem ser considerados na hora de avaliar a melhor a se aplicar. A sociedade mundial com este uso não pensado das energias renováveis está retornando ao mesmo ciclo que implantou os combustíveis fósseis, onde, como estes eram produtivos ignorou se seus impactos e externalidades ambientalmente negativos e em longo prazo isso se destacou, tornando-se um problema atual. (CUSTODIO; VALLE, 2015)

É necessária uma reflexão sobre o uso e qual a melhor forma de produção energética para cada região, estabelecida de forma democrática por todos os interessados diretamente, para assim evitar surpresas futuras. Neste intuito, rapidamente serão apresentadas as principais energias alternativas e suas vantagens e desvantagens socioeconômicas.

3.1. Energia Eólica

O sistema eólico utilizado para a produção de energia elétrica é marcado pelo reduzido risco ambiental negativo e pelos seus benefícios econômicos, pois “não exige despesas com combustível e os custos de operação e manutenção são geralmente bem previsíveis e de pequena monta em relação ao investimento inicial” (PALLETA; COELHO; *et al.*, 2012, p. 77). Os impactos econômicos positivos ocorrem em toda a sua cadeia industrial – na implantação das fazendas eólicas, na sua manutenção e na fabricação de componentes específicos e aerogeradores (CUSTÓDIO, 2013).

A energia eólica gera muito mais postos de trabalho se comparada com as outras formas de produção de energia baseadas em fontes não renováveis. “Ela substitui despesas com combustíveis fósseis e nucleares por capacidade de trabalho humano” (GOLDEMBERG, 2014, p. 82), sendo considerado um setor gerador de empregos em âmbito global, com a criação de mais de 400.000 vagas para atividade profissional, movimentando cerca de 40 bilhões de euros em 2008 (PALLETA; COELHO; *et al.*, 2012). As projeções para o futuro são de aumento na utilização desta energia e, via de consequência, ampliação das estatísticas de seus efeitos favoráveis à economia.

A indústria eólica incrementa a riqueza do país ou região devido, principalmente, aos investimentos na implantação de parques eólicos, na fabricação de aerogeradores e seus componentes, no desenvolvimento de serviços, como operação e manutenção, estudos e projetos. Também amplia a geração de emprego e renda e aumenta os investimentos em pesquisa e desenvolvimento, especialmente por se tratar de uma tecnologia em desenvolvimento. Os impactos na economia podem ser diretos ou indiretos (CUSTÓDIO, 2013, p. 304).

Segundo dados estatísticos de 2012, no Brasil, a energia eólica gera, diretamente, 12 mil postos de emprego com expectativa de atingir, 75 mil em 2016. Acresce-se a estes dados, mais 4 mil empregos permanentes para manutenção e operação das centrais eólicas (CUSTÓDIO, 2013).

Reflexo econômico peculiar e que merece descrição é a experiência ocorrida no semiárido nordestino brasileiro em que houve a regularização fundiária das propriedades com o arrendamento das terras, bem como um aquecimento no setor de serviços, além de uma nova forma de uso e ocupação do solo. Isto se deu em razão da exigência de regularização dos imóveis rurais para que os projetos fossem habilitados para os certames (leilões de energia) e, também, pelo pagamento do arrendamento na assinatura do contrato, antes da própria licitação ou da obtenção de PPA - Power Purchase Agreement, contrato de compra e venda de energia. Todos os fatores apontados alavancaram o poder econômico dos proprietários rurais naquela localidade (PEREIRA, 2012).

3.2. Biocombustíveis

O grande interesse mundial pelo uso das fontes alternativas de energia está se consolidando neste início de milênio e os biocombustíveis são vistos como uma questão estratégica de desenvolvimento devido ao esgotamento das reservas mundiais de petróleo e a preocupação quanto aos impactos ambientais causados pelos combustíveis fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural.

Os biocombustíveis são fontes de energia renovável, que têm em sua grande maioria, matéria-prima oriunda de produtos vegetais e/ou animais para a sua produção, como exemplo: cana-de-açúcar, beterraba, semente de girassol, mamona, milho, mandioca, soja, lenha, resíduos florestais, excrementos de animais, dentre outros.

Os principais biocombustíveis são: bioetanol, biometanol, biodiesel, biomassa, biogás, óleo vegetal e E85.

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biocombustíveis do mundo e tem investido cada vez mais em novas tecnologias que aliadas ao conhecimento científico são capazes de propiciar novos tipos de biocombustível para o mercado consumidor. Calcula-se que “os investimentos em biocombustíveis no País devem chegar a cerca de R\$ 23 bilhões até 2017, que devem ser aplicados na expansão da produção e oferta” (BRASIL, 2009). Não obstante, é possível apontar uma série de impactos econômicos e sociais que são desencadeados para produção dos biocombustíveis.

Como impactos socioeconômicos positivos observa-se uma melhoria de vida nas áreas rurais, através de novas ofertas de emprego na área de produção, transporte e comercialização e, conseqüentemente, novas formas de renda para agricultores.

Nesse sentido, observa-se que a produção de biocombustível é capaz de proporcionar mais empregos no campo e na indústria a partir do plantio das matérias-primas, da assistência técnica rural, da montagem e operação das plantas industriais para produção, do transporte e da distribuição.

No Brasil, estima-se que “o total de empregos gerados no setor sucroalcooleiro é de aproximadamente um milhão de pessoas, movimentando cerca de R\$ 40 bilhões por ano” (MOTA; ALMEIDA, *et al.*, 2009, p. 232). Do mesmo modo, a “substituição de 1% de diesel mineral por biodiesel gera uma externalidade positiva de quase US\$ 100 milhões em emprego e renda, favorecendo a produção do biodiesel de forma competitiva” (MOTA; ALMEIDA, *et al.*, 2009, p. 235).

Além disso, o preço dos biocombustíveis é menor do que os demais tipos de combustíveis, tendo em vista que “o petróleo existente em depósitos sob o solo e no fundo do mar torna-se cada vez mais raro, e seus preços tendem a subir fazendo com que os biocombustíveis sejam mais competitivos no mercado global de energia” (NETTO; LEAL, 2012, p.11).

Por outro lado, como impactos socioeconômicos negativos é possível despontar o aumento de conflitos por terras a serem cultivadas e a utilização de espaços destinados a cultivo de alimentos para o cultivo e produção de biocombustíveis, bem como implicar aumento de preço de alimentos.

Com isso, a produção de biocombustíveis baseada, por exemplo, no modelo do agronegócio, pode provocar o aumento da concentração fundiária no país, tendo em vista que essa produção necessita de grandes áreas planas e contíguas para sua exploração, o que pode provocar o deslocamento da pequena produção com o arrendamento da propriedade, provocando, assim, diminuição nas taxas de ocupação nesses locais.

Há ainda a possibilidade de redução da produção de alimentos em detrimento do aumento da produção de biocombustíveis, que poderia, em tese, contribuir para aumento da fome no mundo e o encarecimento dos alimentos. Segundo José Graziano da Silva (2008, p. 7), representante regional da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) para a América Latina e Caribe, não há dúvidas de que “os biocombustíveis são um dos fatores que influem na alta dos preços dos alimentos e que dedicar grandes superfícies agrícolas à produção de energia pode reduzir, no curto prazo, a quantidade de cereais destinados à alimentação”.

Nesse sentido, como é mais lucrativo direcionar as produções de milho e soja, por exemplo, à venda para transformação em combustível, os grãos que se destinam à alimentação viram mercadorias com preços superfaturados.

A respeito disso Izabel Oliveira (2010, p. 17) pontua a seguinte questão:

A posição do governo brasileiro é de que em determinados países como o Brasil é possível à expansão da produção agrícola atender à demanda crescente dos biocombustíveis sem que os preços e a produção de alimentos sejam afetados. O argumento é que o país tem abundância de terras, de modo que a expansão só teria efeitos positivos sobre a produção e o emprego nacional. Portanto, segundo a posição oficial do governo, a expansão da agroenergia não afetaria a produção de alimentos para o consumo interno, especialmente os alimentos da cesta básica. Isso porque o país possui vantagens comparativas em relação aos demais países, devido ao clima tropical, favorável a diversas culturas, sua grande extensão de terras e seu histórico positivo de produção de biocombustíveis, especialmente o etanol.

De toda forma, algumas medidas mitigadoras podem ser providenciadas para redução dos impactos negativos como a criação de programas de distribuição de terras que incentivam a produção de alimentos e de programas de fiscalização contra a especulação do preço de terras cultiváveis bem como fiscalizações para que não ocorram disputas territoriais e um aumento exagerado da inflação alimentícia.

Assim, cabe ao Estado propiciar o aumento da concentração fundiária através de políticas públicas bem como incrementar políticas que solucionem a diminuição da oferta de alimentos a nível local e a diminuição das taxas de ocupação no meio rural.

3.3. Energia Hidrelétrica

A energia hidrelétrica é responsável, segundo dados da ANEEL (BRASIL, 2006), pela produção de mais de 82% da energia elétrica produzida no Brasil, tratando-se de energia-modelo em nosso país. Sua adoção, todavia, não é isenta de críticas em relação aos inúmeros danos que são causados ao meio ambiente. Estes podem ser divididos em três categorias: sociais, econômicos e naturais, neste último incluído a fauna e flora. Os impactos socioeconômicos principais são verificados na dificuldade enfrentada pela população atingida pelo empreendimento e os percalços enfrentados pela economia da região onde acontece a instalação da usina hidrelétrica - UHE - ou de pequenas centrais hidrelétricas – PCH's.

A construção de uma usina hidrelétrica não ocorre de forma célere e, ao contrário do que se imagina, o processo de sua instalação é muito mais danoso à população, do que a operação propriamente dita. O anúncio de um licenciamento ambiental não é bem recebido pelos empreendedores comerciais da região. A notícia do licenciamento ambiental de uma usina é responsável pela interrupção de investimentos públicos e privados na região onde ela se situará. Bancos, supermercados e até mesmo agricultores encerram suas atividades a fim de evitar prejuízo futuro, oriundo da desvalorização da região e do deslocamento de boa parte dos consumidores atingidos pelo alagamento gerado pela barragem. Para aqueles que dependiam desses serviços, muitas vezes essenciais, não remanescerá muitas opções, senão se mudar ou adequar ao novo meio de vida.

As usinas hidrelétricas, consoante entendimento da ANEEL (BRASIL, 2006), geram mais de 30 MW, são conhecidas por alagar áreas de grande extensão, tornando necessária a remoção da população da localidade, mediante indenização acertada em audiências públicas entre o empreendedor e os cidadãos. Não sendo suficiente a imposição da mudança de seus lares e o sofrimento da população pela perda de laços sociais firmados entre a população atingida, esta ainda encontra dificuldades em negociar com o empreendedor interessado na construção da usina. Essa situação fica bem enunciada na construção da hidrelétrica de fumaça, relatada pelo autor Leonardo Rezende (2007), em que a população não possuiu a devida assessoria durante as audiências, encontrando dificuldades para defender seus direitos, mesmo após a constituição de uma associação (AMABAF) para facilitar sua defesa. E mais, muitos moradores atingidos pela UHE de fumaça foram ameaçados pelo empreendedor a aceitar quantias irrisórias de dinheiro para deixar a localidade. Infelizmente, alguns aceitaram e se retiraram.

Com a PCH os problemas são menores, pois não é necessária a desocupação, mas o não requerimento do estudo de impacto ambiental gera e pode gerar graves problemas futuros. Pois, não permite o conhecimento dos reais impactos que estes empreendimentos podem gerar.

Ante o exposto, deve-se reconhecer que a energia hidrelétrica é renovável, mas não é limpa. Nesse sentido, a sociedade tem direito de opinar acerca da necessidade e vontade de serem instaladas várias centrais hidrelétricas ao longo do país, pois se é direito do indivíduo zelar pelo meio ambiente, é também necessário conceder a ele o direito de participar e se informar sobre os empreendimentos e os reais impactos de significativos danos à natureza e ao meio social. Trata-se de uma interpretação democrática decorrente da análise dos artigos 1º, inciso VI da lei 9433/97 (política nacional de recursos hídricos), 225 da Constituição da República e 2º, inciso VI e X, da lei 693/81.

3.4. Energia Nuclear

Os propósitos a serem estudados aqui são sociais e econômicos (antropológicos) e dizem respeito somente àquelas formas de radiação que podem causar efeitos biológicos prejudiciais sobre as formas de vida, encontrados em suma na radiação artificial.

Embora os impactos daquela ao meio ambiente sejam também importantes de estudo e análise.

Desde a formação do planeta, raios radioativos (cósmicos) vêm exercendo sua influência sobre os seres vivos, de tal modo que os organismos se desenvolveram, dentre outras, também de acordo com estas forças radioativas.

Claramente a chamada radiação de fundo exerceu um papel importante no desenvolvimento das formas de vida existentes, inclusive o ser humano.

De fato, “estudos epidemiológicos feitos em larga escala por centros de renome e demonstrados por dados estatísticos, mostraram que nas regiões de alta radiação natural, a população local dispõe de maior imunidade a doenças e maior longevidade. Também a incidência de cânceres é menor em comparação com as demais regiões” (GIURLANI, 1997).

Mas a partir do momento em que há o domínio da radiação artificial (concentração da fonte nuclear) por parte da humanidade, surge a reboque, a necessidade de controle dos efeitos daí provenientes.

O maior impacto social que temos hoje é a preocupação da incidência de radiação nos tratamentos médicos, atualmente o maior responsável à exposição dos humanos a radiação.

Logo, “apesar do número crescente de usinas nucleares em muitos países, as aplicações médicas ainda são a maior fonte (94%) de radiação, provocada pelo homem, a que a média das pessoas está exposta” (RIBEIRO, 2004).

Os impactos sociais, estritamente ligados com os ambientais, diga-se de passagem, embora fora do foco do estudo aqui, da energia nuclear começam com a mineração do urânio, por exemplo, e aumentam à medida que o mineral é enriquecido para fabricação do combustível (do reator).

O custo da implantação de uma usina nuclear é bastante elevado, mas o de sua operação é baixo, em função do menor custo de combustível em relação a fontes convencionais. Os impactos ambientais da exploração nuclear se distribuem pelas diversas fases da atividade: mineração, beneficiamento, enriquecimento (produção de UF₆), reconversão e produção de pastilhas de UO₂, geração de energia, transporte e embarque de produtos intermediários, reprocessamento e disposição final dos resíduos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

É pontual esclarecer que impactos antropológicos não se resumem ou estão ligados necessariamente aos desastres nucleares. Contudo, seja considerável que após um desastre nuclear, os impactos sociais e econômicos são óbvios e alarmantes, é também necessário pensar que são distintos quando do procedimento regular de exploração e geração da energia dita em sua normal produção.

Lidamos atualmente com processos de enriquecimento dos nuclídeos, ou de geração nuclear, onde o risco baseado na busca do benefício energético é alto. Embora a demanda por meios alternativos e menos impactantes ao meio ambiente para a produção de energia estejam em fomento.

O uso das fontes nucleares para produção energética tornou-se uma realidade, a demanda é cada vez maior e sem energia não temos humanidade (não há seres humanos), pois, o estilo de vida atual depende 100% da energia direta ou indiretamente.

Apesar de que, ainda paira sobre a sociedade, em sua maioria, o medo do uso da energia nuclear. Seja por sua destinação (no passado e a especulação de alguns países) para fins bélicos ou o também mau uso quando da má gerência das usinas de fissão, geradoras de energia.

Um acidente nuclear é possível, mesmo adotando-se todos os métodos de proteção e o uso dos melhores e mais modernos equipamentos, aliado a mais qualificada mão de obra. O risco é real, mas a chance de sua ocorrência é mínima. Os acidentes nucleares já ocorridos demonstram a capacidade de geração do impacto de um desastre seja ele mínimo, quando comparado, como o caso de *Three Mile Island* na Pensilvânia (USA) ou de maiores proporções como *Chernobyl* na Ucrânia.

“Violações pelos operadores e procedimentos falhos de testes provaram novamente que os humanos são o elo fraco na segurança de um reator. Regras bem pensadas, razoáveis e fáceis de ser seguidas precisam ser implementadas em todas as usinas.” (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2010)

Em um estudo realizado em 1975 patrocinado pelo governo americano sobre a segurança da geração da energia nuclear, o chamado “Relatório Rasmussen” (WASH-1.400). O relatório tentou delimitar as probabilidades de ocorrência de acidentes com vários níveis de gravidade.

O relatório “calculou” que a probabilidade de uma fusão do núcleo do reator é de 1 em 20mil por reator-ano (isto significa que, com 100 reatores em operação, as chances de ocorrência de uma fusão no reator seriam de uma em 200 anos). Nem toda fusão do núcleo levaria a uma liberação de radioatividade, e quando houvesse, poderia afetar apenas um pequeno número de pessoas (o acidente em *Three Mile Island* não teve ruptura de confinamento; suas emissões radioativas foram liberadas por um operador no processo de controle da pressão que sabia no interior do reator). A probabilidade de um grande acidente com liberação de radioatividade e mil vítimas fatais – diretas (de câncer) e indiretas (pelos efeitos genéticos) – como resultado de um local foi estimado em 1 por 100 milhões de anos-reator. Do ponto de vista de uma pessoa vivendo nas proximidades de um reator, a chance de ser morta em um determinado ano por um acidente com um reator é de 1 em 5 bilhões. Compare isto com a chance de 1 em 2 milhões de morrer atingido por um raio. Concluiu-se que catástrofes não nucleares tem probabilidade de 10 mil vezes maior de levar um determinado número de vítimas fatais do que um acidente nuclear (HINRICHS; KLEINBACH; REIS, 2010).

Geralmente os impactos tem alcance, bem como os ambientais, na localidade do empreendimento embora possa vir a influenciar uma boa parte para além do simples território local.

Com a edição de 2007 do reconhecido “*Red Book*” publicado em conjunto entre a Agência de Energia Nuclear da OCDE e a Agência Internacional de Energia atômica da ONU, as reservas de urânio conhecidas e exploráveis possuem aproximadamente 5,5 milhões de toneladas. (GUIMARÃES; MATTOS; GOLDEMBERG, 2010). O Brasil ocupa a sexta posição de maior concentração do mineral, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (BRASIL, 2006).

A economia é diretamente afetada devido ao custo de produção da energia e da tecnologia empregada para a mesma. A matéria prima, minerais específicos para enriquecimento e alimentação da usina não são de fácil de acesso, portanto seu uso e processamento são restritos, sem contar no seu valor.

Esses aspectos que atuam diretamente na economia local, acabam por gerar, com isso um fomento econômico da e na região explorada, assim há um crescimento considerável na região em que há instalações para extração desses minerais.

É necessária, a adoção de procedimentos fiscalizatórios através de órgãos competentes, além da presença do poder público e os potenciais exploradores da riqueza mineral, a ser selecionada, minerada e enviada para o enriquecimento para então a geração de energia. Quando voltados para o uso energético. Lembrando que a aplicação da radiação não se resume ao uso energético ou medicinal como apontado, há outras utilizações pacíficas e que se gerenciadas e direcionadas com devido acompanhamento de profissionais e os estudos já realizados, desembocam em grandes segmentos econômicos relevantes, impactantes, portanto na economia e sociedade.

A radiação hoje vai além do uso energético, como por exemplo, o uso da radiação para realização de estudos recentes de análise e dessalinização da água ou mapeamento e medidas para despoluição dos rios urbanos através dos componentes e substâncias presentes nestes.

Os materiais radioativos, então são hoje de uso corrente em várias modalidades, inclusive energética. Apesar de seu risco, em caso de acidentes, ainda é uma forma menos poluente de produção energética desconsiderada como tal devido ao trauma gerado pelos incidentes que ocorreram na humanidade – como *Chernobil*.

3.5. Energia Fotovoltaica

A energia fotovoltaica é uma resultante da conversão da luz solar em corrente elétrica, por meio de módulos ou placas construídos com fotocélulas produzidas a partir de um material semicondutor, como silício cristalino, silício amorfo hidrogenado, arsenieto de gálio, telureto de cádmio e células CIGS (Cobre-Índio-Gálio-Selênio), utilizados nesse processo. O movimento dos elétrons é o que gera corrente elétrica. A energia produzida é armazenada em baterias.

Durante o processo de conversão dos raios de sol em energia, não há geração de resíduos. No entanto, no fabrico e descarte pode haver geração de resíduos prejudiciais para o ser humano e para a natureza. Os impactos ambientais mais importantes ocorrem nas fases de produção, construção e desmantelamento dos sistemas. Na construção de células fotovoltaicas utilizam-se diversos materiais perigosos para o ambiente e saúde do ser humano.

No fabrico dos painéis fotovoltaicos são utilizadas células com componentes químicos. O sítio brasileiro “Sistema de Energia Renovável” enumera as células utilizadas no fabrico dos painéis. Vejamos:

Silício Monocristalino: este processo atinge um grau de pureza em 98 e 99% o que é razoavelmente eficiente sob o ponto de vista energético e custo. As células de silício monocristalino são historicamente as mais usadas e comercializadas como conversor direto de energia solar em eletricidade.

Silício Policristalino: estas células são produzidas a partir de blocos de silício obtidos por fusão de silício puro em moldes especiais. Sua eficiência na conversão de luz solar em eletricidade é ligeiramente menor do que nas de silício monocristalino.

Filme Fino ou Silício amorfo: estas células são obtidas por meio da deposição de camadas muito finas de silício ou outros materiais semicondutores sobre superfícies de vidro ou metal. Por apresentar uma absorção da radiação solar na faixa do visível e podendo ser fabricado mediante deposição de diversos tipos de substratos, o silício amorfo vem se mostrando uma forte tecnologia para sistemas fotovoltaicos de baixo custo.

Telureto de Cádmio (CdTe): é uma tecnologia que emprega filmes finos de telureto de cádmio. Apresenta dificuldade comercial devida à alta toxicidade do cádmio, porém, embora ainda com poucos fabricantes, tem preços muito competitivos e vem obtendo destacado incremento de participação no mercado.

Cobre Índio Gálio e Selênio – (CIGS): nome comercial para células de filme fino fabricadas com $Cu(In,Ga)Se_2$. Atualmente sofre problemas com o abastecimento de Índio para sua produção, visto que também é usado na fabricação de monitores de tela plana, como LCDs e monitores de plasma.

Arsenieto de Gálio (GaAs): é um composto semicondutor feito de dois elementos: o Gálio (Ga) e o Arsênio (As). O GaAs possui uma estrutura cristalina similar a do silício com a vantagem de apresentar um elevado nível de absorção da luz. Sua alta resistência ao aquecimento torna-o a escolha ideal para sistemas concentradores nos quais a temperatura é elevada (JABORANDI, 2012).

Atualmente é a tecnologia mais eficiente empregada em células solares, com rendimento de 28%. Porém, seu custo de fabricação é extremamente alto, tornando-se proibitivo para produção comercial, sendo usado apenas em painéis solares de satélites artificiais.

Os elementos que compõem os painéis fotovoltaicos causam impactos antrópicos. Podemos citar os seguintes:

Silício: Durante a extração do silício, o impacto sobre o meio biótico é a degradação visual da paisagem; sobre o meio físico são apontados: poluição da água pela mineração; desmonte de maciços rochosos e terrosos compactados; e emissão de poeiras e gases devido a perfuração de rochas; e sobre o meio socioeconômico os ruídos e vibrações devido ao desmonte de material consolidado. Na metalurgia do silício, o impacto sobre o meio físico é devido a emissão de pó sílica formado como um subproduto do processo de fundição. No processo de purificação do silício, o impacto sobre o meio físico está ligado à emissão de Hexafluoreto de Enxofre, usado para limpar reatores, que é um potente gás de efeito estufa, além de chuva ácida; e no meio socioeconômico está ligado ao tetracloro de silício, uma substância extremamente tóxica, que reage violentamente com a água, podendo causar queimaduras na pele, problemas no sistema respiratório e irritação dos olhos. (BARBOSA FILHO, 2013)

Cádmio: é um metal pesado de alta toxicidade que está sendo distribuído ao meio ambiente quer seja por vias naturais e/ou antropogênicas. Este metal tem origem a partir do refino do zinco, cobre e chumbo sendo muito utilizado em galvanoplastia, plásticos, pigmentos e baterias. O cádmio pode levar à contaminação do homem e animais através do solo, ar, água, plantas e vegetais. Sabe-se que ele não apresenta ação benéfica a nenhum sistema vivo, produzindo efeitos tóxicos agudos e crônicos nos organismos expostos. Os órgãos/sistemas mais atingidos são o fígado, rins, pulmões e ossos (MOTA, 2001).

Arsenieto: os compostos arsênicos são substancialmente hepatotóxicos, causando infiltração adiposa, necrose central e cirrose. Existem evidências que sugerem que o arsênio altera a função colestática do fígado. As alterações hematológicas mais evidentes são anemia, leucopenia leve a moderada e eosinofilia.

Dependendo do grau de exposição, os efeitos tóxicos do arsênio, que como se viu atinge vários órgãos e sistemas, podem ser agudos, subcrônicos e crônicos.

De um modo geral, a intoxicação aguda por arsênio resulta da ingestão de água e alimentos contaminados. O quadro clínico de uma intoxicação aguda inclui: vômitos, diarreia, fortes dores abdominais, febre, insônia, hepatomegalia, anemia e alterações a nível cardíaco (alterações no electrocardiograma, arritmias que conduzem a falência cardiovascular). Um efeito neurológico muito comum é a perda de sensibilidade no sistema nervoso periférico. Esta situação pode ser remediada se se suspender a exposição ao arsênio. A anemia ocorre alguns dias após exposição e, geralmente, é reversível. (JABORANDI, 2012)

Inobstante apresentar desvantagens, a produção de energia fotovoltaica apresenta também inúmeras vantagens.

- Alta fiabilidade – não tem peças móveis, o que é muito útil em aplicações em locais isolados.
- A fácil portabilidade e adaptabilidade dos módulos - permitem montagens simples e adaptáveis a várias necessidades energéticas. Os sistemas podem ser dimensionados para aplicações de alguns miliwatts ou de quilowatts.
- O custo de operação é reduzido - a manutenção é quase inexistente: não necessita combustível, transporte, nem trabalhadores altamente qualificados.
- A tecnologia fotovoltaica - apresenta qualidades ecológicas, pois o produto final é não poluente, silencioso e não perturba o ambiente. (PEREIRA, 2010)

A produção de energia fotovoltaica é importante para o desenvolvimento da matriz energética brasileira porque renovável. Favorecerá a sociedade que poderá contar com alternativas de produção de energia que não são passíveis de escassez. Todavia, o fato de apresentar impactos positivos não afasta os impactos negativos que se apresentam. Por tal motivo, é necessário voltar o olhar para o amanhã e pensar na tutela ao homem e à natureza com a criação de regulamentação no sentido de determinar a normas de segurança, minimização dos resíduos e métodos de reaproveitamento, bem como determinações quanto ao desmonte dos painéis e o resíduo que gerado.

4. Considerações Finais

A produção de energia por meio de fontes alternativas e renováveis são, verdadeiramente, uma solução para a crise energética e para o risco de desabastecimento e menos emissão de CO₂. Não constituem, entretanto, solução milagrosa para a sociedade, pois apresentam impactos que devem ser estudados e avaliados. Seus benefícios na redução da emissão de gases poluentes são inquestionáveis, mas, nenhuma atividade humana possui impacto zero.

Os impactos ambientais, especialmente os naturais, costumam ser muito discutidos, por isso os impactos socioeconômicos de cada uma das energias alternativas (eólica, biocombustível, hidráulica, nuclear e fotovoltaica) devem ser apontados e avaliados para que a opção da sociedade, em sua escolha, seja consciente.

Cada uma delas possui características específicas que as particularizam e que precisam ser criteriosamente observadas de acordo com a região, a população envolvida, a quantidade e possibilidade de investimento e os riscos existentes no empreendimento. Utilizando-se estes parâmetros reflexivos e avaliativos a opção energética ou opções energéticas será mais compatível com a realidade social, menos degradante, respeitando a solidariedade intergeracional, compreendendo as sinergias dos impactos, ou seja, pensando no meio ambiente na presente geração de forma a preservá-lo para as gerações futuras.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA FILHO, Wilson Pereira. Impactos Ambientais em Usinas Solares Fotovoltaicas. IETEC - **Instituto de Educação Tecnológica**. Disponível em <http://techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1862> Acesso em 02/06/2015.
- BRASIL. ANEEL. **Energia hidráulica**. 2006. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap3.pdf>. Acesso em 02 jun. 2015.
- BRASIL. **Biocombustíveis**. 2009. Disponível em: <<http://www.cop15.gov.br/pt-BR/index6bd.html?page=panorama/biocombustiveis>>. Acesso em: 25 jun. 2015.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 1/86. Disponível em: <www.mma.gov/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em 2 jun. 2015.
- BRASIL. **Lei n. 6938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências: São Paulo. Revista dos Tribunais, 2003.
- BRASIL. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **Energia Nuclear**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/fontes-convencionais-de-energia/energia-nuclear>>. Acesso em: 25 jun. 2015
- BRASIL. **RESOLUÇÃO No 652, DE 9 DE DEZEMBRO DE 2003**. Estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH):. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2003652.pdf>> Acesso em 02/06/2015.
- CUSTÓDIO, Maraluce M. **Energia e Direito: perspectivas para um diálogo de sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2015.
- CUSTÓDIO, Maraluce M.; VALLE, Cíntia Nogueira de Lima. Energia Renovável, Energia Alternativa E Energia Limpa: Breve Estudo sobre a Diferenciação dos Conceitos. IN: CUSTÓDIO, Maraluce M. **Energia e Direito: perspectivas para um diálogo de sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Lúmen Juris, 2015. p. 5-40
- CUSTÓDIO, Ronaldo dos Santos. **Energia Eólica**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Synergia: Acta: Abeeólica, 2013.
- DERANI, Cristiane; SOUZA, Kelly Schaper Soriano de. Instrumentos econômicos na política nacional do meio ambiente: Por uma economia ecológica. **Revista Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 10, n. 19, p. 249, jan./jun. 2013.
- FAO. **Evalución de La Situación de La Seguridad Alimentaria Mundial**. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial (CFS:2007/2). Roma, 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/unfao/bodies/cfs/cfs31/CFS2005_es.htm>. Acesso em: 25 jun. 2015.
- FIORIO, Andressa. Perspectivas futuras para a energia nuclear no Brasil. Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/quimica/quimica-nuclear/perspectivas-futuras-para-a-energia-nuclear-no-brasil>>. Acesso em: 25 jun. 2015
- GIURLANI, Sílvia. Ah!... esse sorriso a laser! **Brasil Nuclear**, a. 4, n. 14, Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN), jul./set. 1997.
- GOLDEMBERG, José. **Energia e desenvolvimento sustentável**. 2. reimpr. São Paulo: Blucher, 2014. (Série sustentabilidade; v. 4/José Goldemberg, coordenador).

- GUIMARÃES, Leonam dos Santos; MATTOS, João Roberto Loureiro de; GOLDEMBERG José, (Org.). **Energia Nuclear e Sustentabilidade**. São Paulo: Blucher, 2010.
- HINRICHES, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; REIS, Lineu Belico. **Energia e Meio Ambiente**. Tradução da 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- JABORANDI, Francisco. **Física no Cotidiano. Celulas Fotovoltaicas**. 2012 . Disponível em <http://fisicanodiaadia.blogspot.com.br/2012/02/celulas-fotovoltaicas.html>. >. Acesso em: 16 jun. 2015
- MOTA, J.C.; ALMEIDA, M. M. et al. Impactos e benefícios ambientais, econômicos e sociais dos biocombustíveis uma visão global. **Engenharia ambiental: pesquisa e tecnologia**. Espírito Santo do Pinhal: v. 6, n. 3, p. 220-242, set./dez. 2009.
- MOTA. Ana Carolina Fragoso. **Efeito do cádmio no epitélio de revestimento do palato e gengiva de ratos: estudo morfológico e morfométrico**. Pesquisa Faculdade de Odontologia (FO). Universidade de São Paulo (USP). São Paulo, SP, Brasil – Ano 2001. Disponível em <<http://www.bv.fapesp.br/pt/bolsas/103051/efeito-do-cadmio-no-epitelio-de-revestimento-do-palato-e-gengiva-de-ratos-estudo-morfologico-e-morfo/>>. Acesso em: 16 jun. 2015
- NETTO, Eraldo Ferreira da Silva; LEAL, Francis Pinheiro da Silva. Biocombustíveis: uma vantagem para o futuro. Bolsista de Valor: **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**. Campos dos Goytacazes: v. 2, n. 1, p. 11-16, 2012.
- OLIVEIRA, Izabel Cristina Carvalho de. **Impactos econômicos e sociais dos biocombustíveis – a expansão da produção de cana-de-açúcar em Minas Gerais**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: 2010.
- PACHECO, Fabiana Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, Salvador: SEI, n. 149, p. 4-11, out. 2006.
- PALLETTA, Francisco; COELHO, Suani; et al.. **Energias Renováveis**. São Paulo: Blucher, 2012, 110p. (Série Energia e Sustentabilidade/José Goldemberg; Francisco Carlos Paletta, coordenadores).
- PEREIRA, Osvaldo Soliano. Energia Eólica: segunda fonte de energia elétrica do Brasil. In: VEIGA, José Eli da (org.). **Energia Eólica**. São Paulo: Senac, 2012, p. 87-207.
- PEREIRA. Kíssila Chagas. Uso de painéis solares e sua contribuição para a preservação do meio ambiente. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**. Campos de Goytacazes, v. 1, p. 411-415, 2010.
- REZENDE, Leonardo Pereira. **Avanços e contradições do licenciamento ambiental de barragens hidrelétricas**. Belo horizonte. Ed. Fórum, 2007
- RIBEIRO, Viviane Martins. **Tutela Penal nas Atividades Nucleares**. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2004.
- SILVA, José Afonso da . **Curso de Direito Constitucional Positivo**. 11ª ed rev. São Paulo: Malheiros, 1996.
- SILVA, José Graziano da; et al. Busca da produção sustentável de biocombustíveis. **Revista Política Externa**, São Paulo, v. 17, 2008.

SIMIONI, Carlos Alberto, **O uso de energia renovável sustentável na matriz energética brasileira: obstáculos para o planejamento e ampliação de políticas sustentáveis.** Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2006. Disponível em <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/5080/Carlos%20Aberto%20Simioni.pdf?sequence=1>>. Acesso em 30 out. 2014.

VAINER, Flávia Vieira e Carlos. **Os impactos ambientais e sociais:** Disponível em <http://www.maternatura.org.br/hidretricas/guia/LeiaMais_Osimpectosambientaiseso-ciais.pdf> Acesso em 02 jun. 2015.

Este trabalho é um fruto do grupo de pesquisa “PRODUÇÃO DE ENERGIA E PROTEÇÃO DA PAISAGEM”, do Curso de Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável da Escola Superior Dom Helder Câmara.

Prof. Dr Maraluce Maria Custódio

maralucem@hotmail.com

Mestre em Direito Constitucional pela UFMG. Mestre em Direito Ambiental pela Universidad Internacional de Andalucía (Espanha). Doutora em Geografia pela UFMG em cotutela com a Université D’Avignon (França). Professora da Graduação e Professora Permanente Do Programa De Pós-Graduação Em Direito Da Escola Superior Dom Helder Câmara - Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

lattes.cnpq.br/8664619099191520

Carolina Carneiro Lima

carolcarneirolima@yahoo.com.br

Bacharel em Direito pela PUC/MG, Especialista em Direito Público com ênfase em Direito Constitucional pela Universidade Cândido Mendes e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Direito da Escola Superior Dom Helder Câmara - Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Eriton Geraldo Vieira

eriton.vieira@sga.pucminas.br

Bacharel em Direito pela PUC/MG, Especialista em Direito Público pela PUC/MG e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Direito da Escola Superior Dom Helder Câmara - Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Neide Duarte Rolim

nedufe@hotmail.com

Bacharel em Direito pela UNIFEM/Sete Lagoas, Especialista em Direito Público pelo Centro Universitário Newton Paiva e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Direito da Escola Superior Dom Helder Câmara - Mestrado em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável. Professora de Direito Internacional e Direito Penal na UNIVERSO, unidade Belo Horizonte e na Academia de Polícia de Minas Gerais.

Lucas Emanuel de Souza

lucasttbh@hotmail.com

Graduando no Curso de Direito da Escola Superior Dom Helder Câmara.

Lucas Magalhães de Oliveira Carvalho

lucas.magalhaes.1995@hotmail.com

Graduando no Curso de Direito da Escola Superior Dom Helder Câmara.