

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GEOGRAFIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ANÁLISE DOS MODELOS EXISTENTES E PROPOSIÇÃO DE UMA NOVA
CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS ENERGÉTICOS**

Acadêmico: Gabriel de Melo Sakakibara

Porto Alegre, 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**ANÁLISE DOS MODELOS EXISTENTES E PROPOSIÇÃO DE UMA NOVA
CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS ENERGÉTICOS**

Autor: Gabriel de Melo Sakakibara
Orientador: Prof. Dr. Ulisses Franz Bremer

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como
requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel
em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 2014

AGRADECIMENTOS

Trago aqui uma lembrança em especial a todos que, de alguma forma, me acompanharam nessa jornada. Primeiro aos familiares: à minha mãe, Margarida, pela compreensão incondicional, incentivo, amor e carinho, e ao meu pai, Sérgio, por sempre haver me mostrado os caminhos a seguir, mas deixando que eu os fizesse com meus próprios passos. Muito do que aprendi devo a ti.

Aos tios, tias, avôs, em especial aos que são e estão mais próximos: vó Anna, pela compreensão aos nossos modos distintos de agir, tia Ana e tia Regina, pelo carinho e apoio, tia Rosa – madrinha, dinda – por sempre torcer e acreditar em mim. Agradeço também a minha prima Mariana, pelo “apoio oculto” no início da minha caminhada de “dono de casa”.

Aos amigos, todos. Citar alguns poderia ser um erro. Mas gostaria de agradecer àqueles que permanecem ao meu lado, que sempre damos um jeito de estarmos mais próximos. Aqueles que compreendem que em alguns momentos estou mais próximo, em outros, mais afastado, mas sempre os trago na memória e no coração: Daniel, Leandro (Chico!), Leonardo, Márcio e Paulo.

Aos meus professores, e ao meu orientador, Ulisses Bremer, por haver compreendido a situação pretérita e aceitado participar desta – agora definitiva – empreitada.

Não posso deixar de citar, também, Priscila, minha companheira. Agradeço pelo apoio, compreensão, Shinzoo, parceria, cuidado, carinho, amor. Também por brigar comigo, cotidianamente, para que eu me torne uma pessoa melhor. Amo-te muitão, muitão!

Amo todos vocês, cambada! Obrigado por tudo!!!

EPÍGRAFE

"Tengo piojos en el pelo, y mi mamá los combate. Me pasa un peine especial después me dice: enjuagate. Tengo un papá que me cuenta todo tipo de desgracias. Yo me río todo el tiempo, porque me hacen mucha gracia. "Yo tengo mamá y papá, ellos viven separados. Pero yo los quiero igual, me divierto en los dos lados. Se preocupan todo el tiempo, me ayudan con mis problemas, aunque yo siempre les digo que ya no soy una nena. Yo los voy a cuidar siempre, toda la vida, no importa, que aunque dure muchos años, mi abuelo dice que es corta".

El hijo de la Novia.

RESUMO

Os recursos naturais são o ponto de partida de qualquer processo produtivo humano. A sua disponibilidade determinou, ao longo da história, o sucesso ou fracasso das diversas civilizações e estabelecimentos humanos. Os recursos energéticos – uma categoria dentro dos recursos naturais – também não fogem à regra: os países que conseguiram iniciar o processo da revolução industrial, por exemplo, o fizeram primeiro também em razão da disponibilidade abundante de algum tipo de recurso energético. Não só no passado histórico, mas também na atualidade, os recursos energéticos possuem um papel importante. Cada vez mais a sua disponibilidade determina o funcionamento e o crescimento das sociedades modernas. Contudo, apesar de possuírem esse papel fundamental como motor das sociedades, os recursos energéticos não possuem uma classificação clara e definida de maneira objetiva. Os referenciais teóricos são poucos, e os conceitos são apresentados de maneira nublada, com uma bruma de imprecisão. O presente trabalho busca dissipar estas brumas através do agrupamento e análise das classificações existentes. Iniciando pela compilação e análise das classificações dos recursos naturais, seguindo por uma pequena evolução histórica das classificações de recursos energéticos, e concluindo este primeiro momento com uma tentativa de aclarar as classificações de recursos energéticos atuais. Por fim, pretende-se criar um novo norte, uma indicação de quais caminhos seguir, sugerindo um novo modelo de classificação para os recursos energéticos.

Palavras-chave: Energia, recursos energéticos, recursos naturais, classificação de recursos energéticos, modelos.

ABSTRACT

Natural resources are the starting point of any human production process. Their availability determined, throughout history, the success or failure of various civilizations and settlements. Energy resources - a category inside the natural resources – are also no exception: countries that were able to start the process of the industrial revolution, for example, also did it first because of the abundant availability of some kind of energy source. Not only in the historical past, but also today, energy resources play an important role. Increasing its availability determines the operation and growth of modern societies. However, despite having this key role as an engine company, the energy resources do not have a clearly and objectively defined classification. Theoretical frameworks are scarce, and the concepts are presented in a clouded way with a mist of imprecision. This study aims to dissolve these mists through clustering and analysis of existing ratings. Starting the compilation and analysis of natural resource classifications, followed by a small historical development of energy resources classifications, and concluding initially with an attempt to clarify the classifications of current energy resources. Finally, we intend to create a new north, a indication of which paths to follow, suggesting a new classification model for energy resources.

Key-words: *Energy, energy resources, natural resources, energy resources classification, models.*

LISTA DE QUADROS

Tabela 1 - Classificação dos recursos naturais de Ciriacy-Wantrup	17
Tabela 2 - Classificação dos recursos naturais segundo Judith Rees	18
Tabela 3 - Classificação de tipos de energia segundo Pedro Agüero	23
Tabela 4 - Tipos de energia x Características.....	39
Tabela 5 - Tipos de energia x Características - destaque itens apropriados	40
Tabela 6 - Tipos de energia x Características - agrupadas pela quantidade de características apropriadas	41

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Considerações Iniciais.....	10
1.2. Justificativa.....	12
1.3. Objetivos	133
1.3.1. Objetivo Geral	13
1.3.2. Objetivos Específicos	13
2. ARCABOUÇO TEÓRICO-CONCEITUAL	14
2.1. Recursos Naturais Versus Recursos Ambientais.....	14
2.2. Recursos Naturais e Energéticos: Classificações Recorrentes	16
2.2.1. Histórico das Classificações dos Recursos Naturais	16
2.2.2. Fontes Renováveis Versus Fontes Não Renováveis.....	18
2.2.3. Classificação Dos Recursos Energéticos.....	20
2.2.3.1. Recursos Energéticos: Classificação Quanto à Origem (Grau de Transformação Química)	21
2.2.3.2. Recursos Energéticos: Classificação Quanto à Renovação (Natureza).....	222
2.2.3.3. Recursos Energéticos: Classificação Quanto à Tecnologia (Modelo, Grau de Aceitação)	22
2.2.3.4. Recursos Energéticos: Classificação Quanto à Relação Entre Local de Produção e Consumo	24
2.2.3.5. Recursos Energéticos: Classificação Quanto aos Impactos	24
2.2.3.6. Recursos Energéticos: Classificação Quanto à Sustentabilidade	25
2.2.3.7. Recursos Energéticos: Classificação Quanto ao Acesso ao Recurso	26
3. METODOLOGIA: UMA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS ENERGÉTICOS	27
3.1. Análise das Contribuições dos Modelos Já Existentes	27
3.1.1. Contribuição da Classificação Quanto à Origem (Grau de Transformação Química)	27
3.1.2. Contribuição da Classificação Quanto à Renovação (Natureza), Quanto aos Impactos e Quanto à Sustentabilidade.....	28
3.1.3. Contribuição da Classificação Quanto à Relação Entre Local de Produção e Consumo E Quanto ao Acesso ao Recurso	29
3.2. Identificação E Considerações Sobre Itens A Ser Considerados Na Elaboração Do Modelo	29
3.2.1. Os Recursos e o “Desperdício” Pelo Seu Não Aproveitamento.....	30
3.2.1.1. Os Recursos e d “Desperdício” Pelo Seu Não Aproveitamento: A Especificidade da Água	31
3.2.2. A Suscetibilidade às Flutuações do “Preço de Mercado”	32

3.2.3. Não Rivalidade e Não Exclusividade dos Recursos.....	333
3.2.4. Quanto à Acessibilidade ao Recurso.....	33
3.2.5. Quanto à Capacidade de Estocagem.....	34
3.2.6. Quanto à Sazonalidade.....	355
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
4.1. Itens Para o Novo Modelo de Classificação.....	36
4.2. Comentários Sobre as Tabelas Agrupando Características Segundo os Tipos de Energia.....	42
4.3. Características Comuns aos Grupos de Energias.....	43
4.3.1. Características Comuns Grupo “B”.....	44
4.3.2. Características Comuns Grupo “A”.....	44
4.4. O Novo Modelo.....	45
4.4.1. O Novo Modelo: Características Essenciais <i>Versus</i> Características Desejáveis.....	45
4.4.2. Os Recursos Energéticos de Uso Prioritário ou Energias Prioritárias.....	46
4.4.3. Os Recursos Energéticos de Uso Complementar ou Energias Complementares.....	46
4.4.4. Os Recursos Energéticos de Uso Suplementar ou Energias Suplementares.....	47
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48

1. INTRODUÇÃO

“Não é o cérebro que mais importa, mas sim o que o orienta: o caráter, o coração, a generosidade, as ideias progressivas”.
Fiódor Dostoiévski.

1.1. Considerações Iniciais

Recursos naturais são utilizados desde os primórdios das civilizações. Os recursos energéticos – uma categoria dentro dos recursos naturais – também são uma preocupação antiga. Desde os primeiros contatos, até o domínio sobre o fogo, o homem tem buscado maneiras de suprir as suas necessidades energéticas cada vez maiores, sempre crescentes. Sobre o consumo crescente de energia Kamogawa afirma que

O consumidor visa sempre a maximização da sua utilidade assim, ele visa sempre um maior conforto. E tal conforto é relacionado com um nível maior de consumo de energia (em função de um maior nível de consumo de produtos industrializados, alimentos, eletrodomésticos, automóveis, condicionadores de ar) (2003, p. 96).

Não são apenas os consumidores finais que utilizam energia de forma crescente. As atividades econômicas são grandes responsáveis pelo aumento da demanda. O consumo energético nos processos produtivos intensificou-se, principalmente, pós-revolução industrial.

Com a revolução industrial houve uma grande mudança nas relações de produção. Houve um rápido crescimento na produtividade do trabalho e conseqüentemente, um aumento na quantidade de bens e serviços que a indústria colocou à disposição das populações. Sendo assim, a oferta de energia, ao mesmo tempo em que era uma consequência do desenvolvimento, passou a ser entendida como um processo indutor do crescimento econômico (ELETROBRAS, 1998, *apud* COUTO, p. 1 – 2).

Diante desse panorama, torna-se difícil crer que o consumo de energia sofrerá, em curto prazo, uma estagnação ou redução do seu patamar. A solução têm sido, então, buscar cada vez mais melhorar o aproveitamento dos recursos existentes, seja através de aparelhos que possuam um melhor rendimento, seja reduzindo as perdas nos processos de geração e transmissão. Mas não apenas isso, como também buscando intensificar a produção, procurando uma maior oferta das fontes já conhecidas e exploradas, além de tentar encontrar novas fontes de recursos/reservas energéticas/de energia.

Aqui cabe fazer um esclarecimento sobre as diferenças entre recursos e reservas. Normalmente usa-se estes termos no vocabulário cotidiano, muitas das vezes como sinônimos. Para diferenciar ambos temos que

O termo *recursos* é o mais extenso. Engloba ao mesmo tempo todos os jazigos cuja existência está geologicamente provada e aquele de que simplesmente se supõe a existência, quer sejam ou não exploráveis economicamente no estado actual da tecnologia e das condições do mercado. Em contrapartida, o termo *reservas* é restrito à parte dos recursos geologicamente identificados e considerados tecnicamente e economicamente exploráveis, tendo em conta os custos de extracção (FAUCHEUX; NOËL, S/D, p. 113). Grifos do autor.

May, Lustosa e Vinha acrescentam uma pequena distinção nesse ponto:

Para diferenciar os recursos economicamente aproveitáveis dos que estão apenas dispersos utilizam-se os conceitos: recursos hipotéticos, recursos e reservas. A reserva mineral implica algum tipo de medição física que tenha sido feita sobre o teor e a quantidade de concentração mineral *in situ* e, além disso, que sua extração seja viável do ponto de vista tecnológico, hoje e num futuro próximo, e que possa ser realizada com lucro. O recurso, por sua vez, não apresenta o mesmo nível de detalhamento, embora sua existência seja conhecida. Já os recursos hipotéticos são todos os recursos conhecidos e não-conhecidos, mas possíveis de existir num determinada porção da crosta terrestre, e capazes de serem utilizados no futuro (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003, p. 36). Grifos do autor.

Com essa demanda por reservas¹ crescente, a organização da exploração dos recursos de modo racional torna-se imprescindível para que as demandas presentes sejam atendidas sem que haja o comprometimento das demandas futuras (também que haja um compromisso hoje em pensar as necessidades de amanhã).

Quando falamos em recursos energéticos, por vezes vemos grandes imprecisões terminológicas sendo afirmadas, que por sua vez gera erros crassos, rudes. Muitas vezes confunde-se energias alternativas com energias renováveis. Ou energia renovável com energia limpa. Este trabalho busca elucidar este grande embaraço existente entre os conceitos.

As classificações dos recursos energéticos muitas vezes são iguais ou derivam das classificações dos recursos naturais. Por isso a importância de iniciar as análises pela compreensão da classificação dos recursos naturais. Com o produto destes conceitos em mãos, será feito um rol dos conceitos de fontes de energia. Com os distintos conceitos bem definidos pretende-se avaliar a validade de cada uma das classificações. Por último, pretende-se propor um conceito para classificação de recursos energéticos que seja universal, prático, inteligível e unívoco, baseando-se nos atributos considerados pelas classificações já existentes, além de outros eventuais itens que sejam julgados como necessários.

¹ Utilizou-se reservas para enfatizar os conceitos de Faucheux e Noël, S/D, e de May, Lustosa e Vinha, 2003. O intuito foi o de indicar que existe uma necessidade prioritária de energia atual, cotidiana e urgente. Porém, não se pode esquecer que as demandas do futuro devem ser sanadas através do investimento em ciência hoje.

1.2. Justificativa

Qualquer área do conhecimento possui um catálogo de termos (conceitos) que são utilizados para embasar as teorias daquele campo do conhecimento. Alguns destes termos são axiomas, ou seja, são considerados corretos embora sejam indemonstráveis. Outros conceitos não são imutáveis como os axiomas, eles se alteram ao longo do tempo de acordo com a evolução daquela área do conhecimento.

Na Geografia, por exemplo, utilizamos os conceitos de espaço geográfico, paisagem, região, território, lugar, territorialidade, entre outros. O conceito de região, por exemplo, se alterou por diversas vezes de acordo com a visão de cada uma das escolas da geografia. As vezes, duas escolas diferentes criaram conceitos diferentes (não homônimos) para definir os mesmo fenômenos.

Para que não ocorram dúvidas ou equívocos ao evocar uma determinada idéia através de um conceito, devemos ter definições precisas sobre os principais conceitos de cada área do saber. Percebe-se, então, que a classificação de recursos energéticos é uma área que carece de definições precisas. As definições existem, mas não são difundidas ou o são de maneira ambígua, duvidosa ou enganosa.

Sobre essa necessidade de desambiguação, buscamos os saberes nas palavras de Mayr:

O que o cientista demanda é uma eliminação de equívocos. Se avanços científicos posteriores mostrarem que a definição de um conceito ou processo é incompleta ou errônea, a definição deve mudar e será mudada. Sem definições claras em todos os momentos, no entanto, nenhum progresso no esclarecimento de conceitos e teorias é possível (MAYR, 2008, p. 91).

Diante dessa carência, este trabalho visa apresentar definições precisas sobre cada uma das classificações de recursos energéticos existentes, mas não somente isso. Por também crer que as classificações existentes atualmente não refletem de maneira precisa o mundo real, busca-se propor um novo modelo de classificação que esteja mais próximo à realidade e consiga exprimir as especificidades de cada tipo de recurso, de modo universal.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

O escopo principal deste trabalho é elaborar um novo modelo de classificação dos recursos energéticos que contemple as diversas especificidades de cada tipo de recurso em um só modelo de classificação para que possa ser aplicado genérica e universalmente.

1.3.2. Objetivos Específicos

Os meios que serão utilizados para obter êxito no objetivo principal são os seguintes:

- Realizar uma revisão bibliográfica buscando reunir todos os modelos de classificação de recursos energéticos;
- Avaliar cada um dos modelos e eliminar os que se ocupam de características menos determinantes;
- Reunir as características mais relevantes dos modelos de recursos energéticos;
- Criar um modelo de classificação objetivo, prático, universal e inequívoco que englobe as principais características dos modelos existentes.

2. ARCABOUÇO TEÓRICO-CONCEITUAL

“Há homens que lutam um dia e são bons, há outros que lutam um ano e são melhores, há os que lutam muitos anos e são muito bons, mas há os que lutam toda a vida e estes são imprescindíveis”.

Bertolt Brecht.

2.1. Recursos Naturais Versus Recursos Ambientais

Para realizar qualquer processo produtivo o homem tem de recorrer à natureza. Existe, portanto, a atuação da natureza de modo a dar suporte para as atividades produtivas realizadas pelo homem. Essa atuação é o que define-se na literatura por “serviços ambientais” ou “serviços ecossistêmicos”.

Segundo Wunder (2009, p. 20) a expressão “serviços ecossistêmicos” passa a ser amplamente utilizada com a publicação de “Avaliação dos Ecossistemas do Milênio” no ano de 2005. Essa expressão equivale aos “serviços ambientais” de Daily (1997). Ambas as expressões significam as condições e os processos pelos quais os ecossistemas sustentam a vida humana. Ou ainda, de acordo com o Senado Federal, o “conjunto de processos naturais dos ecossistemas capazes de assegurar a ocorrência da vida no planeta e as condições para as atividades produtivas”.

Ainda de acordo com Wunder (2009, p. 20) a diferença entre “serviços ambientais” e “serviços ecossistêmicos” é que “enquanto Daily distingue produtos de serviços dos ecossistemas, o marco conceitual da Avaliação dos Ecossistemas inclui produtos dos ecossistemas na sua categoria de “serviços de provisão””. Alguns autores ainda utilizam “serviços ambientais” para designar alguma atividade antrópica que contribua para manter ou aumente a provisão de benefícios fornecidos pelo meio ambiente.

O site do Senado Federal² traz a especificação dos “serviços ambientais” em quatro tipos de serviços: de provisão (capacidade de prover bens como água, alimentos, madeira, carvão, etc), reguladores (processos que regulam condições ambientais: absorção de carbono pelas florestas, controle de pragas, etc), culturais (benefícios recreativos, educacionais, estéticos e espirituais como praias, campo, paisagens em geral) e de suporte (formação de solos, ciclagem de nutrientes, etc).

²<<http://www12.senado.gov.br/codigoflorestal/infograficos/servicos-ambientais>>.

A teoria econômica preocupa-se, principalmente, com dois desses processos: a busca de uma fonte de matérias-primas para serem utilizadas como insumo para os processos produtivos e o uso dos serviços ambientais relacionados à capacidade de absorver as externalidades³ e ciclar as matérias-primas. Neste contexto, à luz da teoria econômica, Field (1997, p. 21-22) define “recursos naturais” (“natural resource economics”) como a participação da natureza como provedora de matérias-primas. Por outro lado, no final do processo produtivo, quando nos referimos aos impactos da atividade econômica na qualidade do ambiente, tratando do fluxo residual dos processos produtivos e os impactos na natureza nós estamos tratando de “recursos ambientais” (“environmental economics”). As intervenções da *natural resource economics* no ambiente são fáceis de perceber. Contudo, tratando-se da *environmental economics* pensamos diretamente na produção de poluentes (fumaça, esgoto doméstico e industrial, efluentes da agricultura, etc). A *environmental economics* vai um pouco mais além, preocupando-se também com a perturbação de habitats e a degradação paisagística.

Marcolino apresenta duas definições que se aproximam um pouco das definições de Field. Ele traz o conceito de Economia do meio Ambiente ou Economia Ambiental “como o campo da economia que aplica a teoria econômica ao manejo e à preservação do meio ambiente” (COSTA, 2002; OLIVEIRA, 2004 *apud* MARCOLINO, 2009, p. 37). Marcolino ainda apresenta outra definição para Economia do meio Ambiente ou Economia Ambiental como

“O campo da economia que, baseando-se principalmente no conceito econômico de bem público, busca estudar medidas que possam maximizar, de um lado, o uso ou a exploração dos recursos naturais, mas por outro lado, maximizar as medidas mitigatórias¹⁸, em função do uso ou exploração dos mesmos recursos ao levar em consideração a manutenção da diversidade dos ecossistemas¹⁹, e segundo o qual, os distúrbios que ocorrem no meio ambiente são consequências das falhas de mercado” (MARCOLINO, 2009, p. 37-38).

Alternativamente, Field citado por Kamogawa (2003, p. 9-10) apresenta uma outra classificação de recursos naturais. Recursos naturais seriam os recursos que possuíssem valor e fossem úteis na forma como são encontrados na natureza. Porém, deveriam ser “utilizados com outros fatores de produção” (FIELD *apud* KAMOGAWA, 2003, p. 9-10). Conclui-se

³ “Externalidades são influências externas à organização ou pessoas resultante da sua atividade econômica, isto é, danos ou benefícios causados ou gerados a outrem pela ação de um indivíduo ou organização, sem que o originário da ação pague pelos custos causados ou seja ressarcido pelos benefícios gerados” (LACOMBE, 2009, p.279).

que esta classificação foi atualizada pelo autor, como visto anteriormente, e não será considerada neste trabalho.

Para a análise de recursos energéticos, temos em foco, num primeiro momento, a perspectiva da natureza como recurso ambiental. Afinal, qualquer forma de energia quando extraída da natureza é utilizada como recurso em um processo produtivo. Todavia, como veremos *a posteriori*, também é importante avaliar a energia sob a égide da economia dos recursos ambientais, pois existem recursos energéticos que a sua extração, beneficiamento ou uso implica na geração de externalidades.

2.2. Recursos Naturais e Energéticos: Classificações Recorrentes

Quando falamos em recursos energéticos, alguns conceitos já nos aparecem automaticamente associados. Conceitos tão utilizados popularmente e sem nenhum critério que passaram a ser jargões do tema. Este capítulo objetiva a desambiguação das diferentes classificações dos recursos energéticos, além da sua análise, buscando criticar os pontos vulneráveis e destacar as virtudes.

2.2.1. Histórico das Classificações dos Recursos Naturais

De acordo com Agüero (1996, p. 5), o primeiro a fazer distinção entre os recursos naturais foi Marshall em 1890. Ele dividiu os recursos em perenes (agricultura e pesca) e exauríveis (recursos minerais, pedreiras e olarias) e indicou que enquanto uns seriam esgotáveis pelo uso, os outros não o seriam, desde que tomadas os devidos cuidados para guardar a sua fertilidade.

Já Gray, em 1913, traz uma definição mais estratificada:

“I Recursos cuja existência é abundante e que aparentemente não são necessários à economia, nem hoje, nem no futuro. Exemplo: água, em algumas localidades.

II Recursos que provavelmente cheguem a ser escassos num futuro remoto, embora hoje eles sejam tão abundantes, e que não chegam a ter valor de mercado. Exemplo: pedras e areia para construção, em algumas localidades.

III Recursos que hoje são escassos:

1. Que não esgotam em seu uso normal: força da água;
2. Que necessariamente se esgotam pelo seu uso e não há possibilidades de serem restaurados depois disto: depósitos de minerais;

3. Que necessariamente se esgotam pelo seu uso, porém são possíveis de restauração: florestais e pesca;
4. Exauríveis em uma dada localidade, porém restauráveis mediante o emprego de outros recursos de classe diferente [adubos] de recursos similares ou em localidades diferentes: terra agrícola” (GRAY *apud* AGÜERO, 1996, p. 5).

Esta classificação de Gray considerava a realidade da época. Além de um mesmo recurso, ou um determinado uso de recurso, estar presente em mais de um dos tipos de recurso. Posteriormente em 1952, Ciriacy-Wantrup citado por Agüero propõe um outro modelo de classificação muito próximo ao que vemos hoje: “renováveis” e “irrenováveis”. “Nos primeiros, seus estoques e/ou fluxos são constantes, e no caso dos segundos não existem condições para que estes estoques aumentem. O autor subdivide sua classificação levando em conta a participação humana ou não neste processo” (1996, p. 6). A classificação de Ciriacy-Wantrup está descrita na tabela abaixo:

Tabela 1 - Classificação dos recursos naturais de Ciriacy-Wantrup

Tipo	Renováveis ou Fluentes (seu estoque ou fluxo é, ou pode ser, constante)		Irrenováveis ou fixos (seu estoque ou fluxo não pode aumentar)	
Detalhe				
Característica	Sua fluência depende do uso humano e existe uma “zona crítica”* para renovar o estoque.	Sua fluência depende do uso humano e não existe “zona crítica”* de renovação natural.	Seu esgotamento depende somente do uso humano	Seu esgotamento depende do uso humano e do tempo
Classe	Água doce (superficial e subterrânea) animais, plantas, cenários, naturais, solo agrícola	Radiação solar Marés Ventos	Minerais Carvão Pedras Argilas	Metais oxidantes, petróleo, gás, nutrientes orgânicos, materiais radiativos

* A zona crítica é um limite mínimo do tamanho ou das condições do recurso, abaixo do qual não se pode esperar que este se recupere naturalmente, podendo chegar à extinção ou perder-se totalmente (CIRIACY-WANTRUP *apud* AGÜERO, 1996, p. 6).

O mais interessante desse modelo de Ciriacy-Wantrup é que ele traz a idéia de fluência associada a recursos, além de significar a interferência do uso humano na capacidade de esgotamento do recurso. Baseado na idéia original de Ciriacy-Wantrup, Judith Rees, em 1985, acrescentou as idéias de recursos “recuperáveis” e “recicláveis” resultando na Tabela 2:

Tabela 2 - Classificação dos recursos naturais segundo Judith Rees

Tipo Detalhe	Fluxos (renováveis)		Estoques (não renováveis)		
Característica	Exigem uma “zona crítica” para renovar-se	Sem “zona crítica”	Consumidos pelo uso	Tecnicamente recuperáveis (seu estoque é fixo)	Recicláveis (estoque afetado pela entropia e custo)
Classe	Pesca, florestas, animais, solo agrícola, água de aquífero	Energia solar, marés, vento, ondas, águas em geral, ar	Petróleo, gás, carvão	Ouro, prata, potassa, não-metálicos em geral	Metálicos em geral

(REES *apud* AGÜERO, 1996, p. 7).

Como ambas as classificações não foram voltadas especificamente para recursos energéticos, idéias como a reciclabilidade de um recurso não é um item que nos interessa, pois sabemos que a energia não pode ser reciclada de fato, somente transformada.

2.2.2. Fontes Renováveis *versus* Fontes Não Renováveis

É provável que esta seja a classificação mais difundida. As definições para este tipo de classificação são diversas, porém com poucas diferenças entre elas. May, Lustosa e Vinha (2003) salientam que os recursos físicos são resultantes de ciclos naturais do planeta e que “a capacidade de recomposição de um recurso no horizonte do tempo humano tem sido o principal critério para a classificação dos recursos naturais” (MAY; LUSTOSA; VINHA, 2003, p.34). Ainda de acordo com eles, os recursos renováveis também são chamados de reprodutíveis. Já os recursos não renováveis são também conhecidos por exauríveis, esgotáveis ou não reprodutíveis.

Temos, portanto, que a relação entre o ciclo de recomposição do recurso e o horizonte de vida do homem são os alicerces deste modelo de classificação. O tempo se apresenta como componente essencial desse sistema. Nesse sentido afirmam Faucheux e Noël:

“O tempo é um componente crucial na análise econômica dos recursos naturais. Permite distinguir entre diferentes tipos de recursos. Do ponto de vista da análise econômica padrão, um recurso renovável é um recurso que pode fornecer indefinidamente *inputs* a um sistema econômico. Um recurso natural não renovável ou esgotável é um recurso com um *stock* finito ou uma oferta finita” (FAUCHEUX; NOËL, S/D. p. 110).

Apesar de ser amplamente utilizado, este modelo pode ser criticado por ser um modelo fixo no tempo que não leva em consideração as dinâmicas da exploração e do uso dos recursos.

Margulis tece críticas a esse modelo:

“É comum classificar os recursos naturais em renováveis e não renováveis ou exauríveis, apesar da fronteira entre essas duas categorias de recursos não ser muito clara. Observa-se que os recursos renováveis possivelmente tornam-se exauríveis, e estes, apesar de não se tornarem renováveis, podem ao menos ser considerados não exauríveis. Isto dependerá, entre outros fatores, do horizonte de planejamento, do nível de utilização do recurso, dos custos de exploração, da taxa de desconto, etc” (MARGULIS, 1990, p. 158).

Apesar de reconhecerem o tempo como fator central desse sistema, Faucheux e Noël(S/D, p. 110) reconhecem que existe certa imprecisão quando afirma que “num sentido, contudo, todos os recursos são renováveis, e somente o seu tempo de reconstituição varia”. Eles seguem afirmando que

“Por outro lado, a maior parte dos recursos naturais podem ser esgotados, se se admitir a definição de Dasgupta e Heal (1979). Para estes últimos, um recurso é esgotável se for possível encontrar um ritmo de utilização que provoque uma diminuição das suas disponibilidades até as anular” (FAUCHEUX; NOËL, S/D. p. 110).

Associado a isso, Hochstetler destaca que o foco dessa classificação não está nos recursos propriamente ditos:

“Além disso, os recursos normalmente classificados como exauríveis podem ser renováveis na medida em que são reutilizados ou reciclados, assim como os recursos renováveis podem ser exauridos (e, eventualmente, levados a extinção) se consumidos a uma taxa superior à taxa de regeneração. A diferenciação relevante é a de como os recursos naturais são utilizados, ou seja, a diferenciação relevante não é entre os recursos naturais e sim a tecnologia empregada” (HOCHSTETLER, 2002, p. 20).

Por fim, Faucheux e Noël (S/D, p. 110) afirmam: “a fronteira entre recursos renováveis e esgotáveis é pois bastante tênue”.

A classificação de recursos em renováveis e não renováveis não é muito significativa por todos os fatos vistos anteriormente. Uma das principais críticas reside no fato de que todos os recursos são renováveis em alguma escala de tempo. Alternativamente, Franco citado por Marques (2009) classificou os recursos em sustentáveis e não sustentáveis.

Recursos sustentáveis são os “cuja taxa de reposição são iguais ou maiores que as taxas de uso” (FRANCO *apud* MARQUES, 2009, p. 24). O uso excessivo, porém, pode levar

ao esgotamento. Os recursos não sustentáveis são os que “a extração e o uso excedem em muito as taxas de reposição” (FRANCO *apud* MARQUES, 2009, p. 24).

Mesmo a solução proposta por Franco recai nas dificuldades e críticas assinaladas por Hochstetler e por Margulis: o problema segue sendo encarado pela ótica da tecnologia empregada ou do nível de uso do recurso, e não do recurso em si.

A classificação de recursos naturais de Franco dividiu os recursos em quatro subtipos diferentes: recursos renováveis, recursos não renováveis, recursos não renováveis com serviços recicláveis e recursos ambientais. A definição de cada um destes grupos é a seguinte:

a) Recursos não renováveis são os “que ao utilizarmos (consumir) uma unidade a mais, implica na sua completa destruição, abrangendo períodos imensos para sua regeneração” (FRANCO *apud* MARQUES, 2009, p. 23). Carvão mineral, gás natural e petróleo são exemplos.

b) Recursos não renováveis com serviços recicláveis são os que o uso implica na completa destruição na forma em que se encontra, podendo ser recuperados em pouco tempo através de processos industriais de reciclagem. Alumínio, cobre, ferro e prata são exemplos.

c) Recursos renováveis são os que o uso produz a destruição ou o esgotamento com a sua regeneração ocorrendo de forma automática, logo em seguida, a partir de mecanismos biológicos. Savanas e bosques são exemplos.

d) Recursos ambientais são aqueles em que o uso não implica no esgotamento. Caso isso ocorra, a velocidade de regeneração ou reprodução é rápida. Água, ar e paisagens são exemplos.

Por tratar-se de uma classificação aplicada a recursos naturais, ela não contempla alguns itens julgados importantes para os recursos energéticos como, por exemplo, a capacidade de armazenamento.

2.2.3. Classificação dos Recursos Energéticos

As fontes de energia podem ser classificadas quanto a quatro aspectos característicos: origem, renovação, tecnologia (modelo) e relação entre local de produção e consumo. Cada um desses resulta numa classificação bimodal. Além disso, existem ainda duas outras classificações não pareadas. Além disso, alguns dos modelos são bastante semelhantes, ou até mesmo idênticos aos utilizados para classificar os recursos naturais. Neste capítulo será analisada cada umas destas formas e suas implicações.

2.2.3.1. Recursos Energéticos: Classificação quanto à Origem (Grau de Transformação Química)

Quanto à origem, as energias podem ser classificadas em primárias e secundárias. De acordo com publicação do Ministério de Minas e Energia, energia primária são as “fontes providas pela natureza na sua forma direta, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, energia hidráulica, lenha, etc” (BRASIL; MME, 1999, p. 5)⁴. Desta forma, energia secundária é a energia resultante da transformação das energias primárias. Januzzi e Swisher (1997, p. 8-9) afirmam que “geralmente, a energia primária necessita ser transformada em uma energia secundárias (ou vetor), como, por exemplo, eletricidade ou gasolina, para ser utilizada”. Eles ainda afirmam que é o setor energético quem realiza a conversão de fontes primárias em secundárias.

De acordo com Gavronski ((2007, p. 46)

““Primárias” são aquelas utilizadas na forma direta, como se encontram na natureza, tais como: petróleo, gás natural, carvão mineral, minério de urânio, lenha e outros. Quando as fontes primárias são transformadas em formas mais adequadas de combustíveis, de acordo com os diferentes usos, são classificadas como “energia secundária””.

Banco Mundial citado por Agüero (1996, p. 191) denomina essa classificação como “segundo seu grau de transformação química”, sendo as primárias aquelas que não se produz uma transformação química antes da sua utilização, e as secundárias como a energia elétrica usada por fontes térmicas. Contudo, no Balanço Energético Nacional (BRASIL; MME, 1999, p. 5) apresenta o óleo diesel como fonte secundária de energia.

Hinrichs, Kleinbach e Reis (2010, p. 48) afirmam que as fontes de energia primárias podem ser classificadas em energia química, nuclear ou radiante. Aquilo que os outros autores denominaram de energia secundária, é definido por **Heinrichs et al** como “usos finais” da “energia”. Incluem calor, força motriz (movimento), iluminação, eletricidade e algumas reações químicas.

Essas duas classificações servem apenas para assinalar a origem do recurso, não sendo relativas ao recurso em si. Apenas ao seu “modo de obtenção”. Portanto, é de importância relativa para o que se busca.

⁴<http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round2/Pdocs/Papresent/ben_p99.pdf>.

2.2.3.2. Recursos Energéticos: Classificação quanto à Renovação (Natureza)

Este modelo consiste na mesma idéia utilizada para classificar os recursos naturais. Desta forma, padece das mesmas máculas citadas anteriormente. Pryde e Mustoe *apud* Kamogawa (2003, p. 20 – 21) definiram que “as fontes de energia renováveis são as que, depois de esgotadas, suas reservas não podem ser novamente produzidas. [...] Já a energia renovável corresponde às que são repostas pelas forças da natureza”. Realizando uma análise criteriosa sob a ótica da energia, Januzzi e Swisher (1997, p.9) afirmam que esta classificação é “controvertida”. Seguem afirmando que, a princípio, nenhuma fonte de energia pode ser considerada inesgotável de maneira absoluta. Por fim, definem que o principal critério desse modelo é a capacidade de reposição: “são consideradas fontes renováveis se seu uso pela humanidade não causa uma variação significativa nos seus potenciais e se suas reposições a curto prazo são relativamente certas” (JANUZZI; SWISHER, 1997, p.9). Para exemplificar, trazem a energia solar, que é renovável, apesar de originar-se do processo de fusão nuclear, que é um processo irreversível e, portanto, finda quando o estoque de materiais se encerrar.

Sobre as fontes renováveis, eles afirmam:

“De maneira análoga, fontes de energia são consideradas como fontes não-renováveis se suas reposições naturais levarem muitos séculos ou milênios sob condições muito particulares, tais como para o petróleo, e se sua reposição artificial é absolutamente impraticável, envolvendo processos com gastos de energia igual ou maior que a quantidade de energia obtida, ou com custos proibitivos” (JANUZZI; SWISHER, 1997, p.9).

A definição trazida por Agüero (1996, p. 190) não se distingue das supracitadas. A sua citação vale para indicar que este autor nomeia esse modelo de classificação de energias “pela sua natureza”.

Vale destacar que para os recursos não renováveis, além de toda a caracterização já realizada, os autores acrescentaram algo que ainda não havia sido observado: a impossibilidade técnica ou econômica de realizar a reposição artificial do recurso.

2.2.3.3. Recursos Energéticos: Classificação quanto à tecnologia (Modelo, Grau de Aceitação)

Essa classificação talvez seja a mais relativa de todas. Ela classifica as energias em convencionais e alternativas (com pequenas variações, como veremos adiante). Esses conceitos são tão utilizados livremente que chega a haver grande confusão entre eles. Por

exemplo, Machado (2014, p.2)⁵ afirma que a energia convencional se caracteriza pelo baixo custo, presença de grande impacto ambiental e por ter suas tecnologias difundidas. Já as energias alternativas são descritas como uma “solução para diminuir o impacto ambiental”. Porém, ao analisarmos as características trazidas podemos concluir que o baixo custo se deve ao fato da tecnologia ser difundida. Dessa forma, o grande marco deste tipo de energia é o grande domínio das tecnologias envolvidas. A questão do baixo impacto é relativa, pois a energia hidrelétrica é uma energia de tecnologia difundida (portanto, deve ser chamada de convencional), apesar de produzir pouco impacto (frente aos combustíveis fósseis, por exemplo).

A confusão entre os conceitos chega ao ponto de Sousa (2014, p. 12)⁶ afirmar que as energias convencionais são chamadas de não renováveis. Trazendo limites mais precisos sobre os conceitos, Pavão (2014, p. 5 – 6)⁷ afirma que as fontes “convencionais são as tradicionais fontes de energia”. Segue afirmando que as fontes alternativas “são as fontes de energia que estão surgindo como alternativa às fontes convencionais”. Nesse ponto, existe uma afirmação do autor que corrobora com o ponto de vista aqui afirmado: ele divide as hidrelétricas, colocando as grandes hidrelétricas entre as convencionais, e as pequenas hidrelétricas entre as alternativas.

Goldemberg citado por Agüero (1996, p. 190 – 191) traz uma classificação equivalente, porém denomina como classificação das energias “segundo seu grau de aceitação”. Ele divide as energias como exposto na Tabela 3:

Tabela 3 - Classificação de tipos de energia segundo Pedro Agüero

Tipo de energia	Exemplo
Convencionais (que a tecnologia está plenamente desenvolvida a custos considerados aceitáveis).	Petróleo, Carvão, Hidroelétrica, Biomassa.
Não convencionais (tecnologia demonstrada, mas ainda apresenta problemas de aceitação).	Marés, Ventos, Ondas, Xisto, Geotérmico, Fissão Nuclear, Solar
Exóticos (cuja tecnologia não está demonstrada e, por conseguinte, os custos e sua aceitação pela sociedade não podem ainda ser avaliados).	Energia solar (painel de células), Calor dos Oceanos, Fusão Nuclear.

⁵<http://www.uepg.br/pet/pdf/fontes_de_energia.pdf>.

⁶<http://www.ppgea.ufc.br/arquivos_download/FontesDeEnergia.pdf>.

⁷<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/178/arquivos/Fontes%20Alternativas/aula_01.pdf>.

Disso tudo, conclui-se que a divisão pelo conhecimento tecnológico da produção de energia (convencionais e alternativas) não é, também, um critério tão relevante por ser altamente relativo. Sob certo ponto de vista, de um determinado país, por exemplo, a energia nuclear poderia ser considerada como uma energia alternativa, visto que nem todos os países dominam a tecnologia necessária a sua produção.

2.2.3.4. Recursos Energéticos: Classificação quanto à relação entre local de produção e consumo

Tem-se aqui outro conceito pouco difundido e, portanto, pouco debatido, cercado de imprecisões. Estas definições trazem como fator relevante a distância entre o local de produção e consumo. Quando a energia produzida é consumida num local próximo onde ocorreu a sua produção, ela é chamada de energia autóctone. Nesse sentido, Rocha e Costa (2014, p. 2)⁸ ainda afirmam que “as fontes renováveis são geralmente consumidas no local onde são geradas, isto é, são fontes de energia autóctones”. Por mera oposição, temos então que uma energia que é consumida num local distante de onde foi produzida deve ser classificada como uma energia alóctone.

Esta classificação tem interesse maior de ordem logística e de aproveitamento. Sendo nada influente ou relevante para o recurso energético em si. Para o que se busca aqui, passa a ser, também, relativamente importante.

2.2.3.5. Recursos Energéticos: Classificação quanto aos impactos

Aqui temos mais um ponto onde muitas vezes ocorre um conflito de informações. Essa classificação define o grupo das “energias limpas”. Constantemente recebemos diversas informações conflitantes que não ajudam em nada no entendimento do tema. Muitas vezes as pessoas e a mídia costumam falar de “energias limpas” como sinônimo de energias renováveis, o que não é verdade. Para embasar o que está sendo afirmado, basta analisarmos o conceito adaptado de energia limpa encontrado no site da Eletrobras⁹: “o conceito de energia limpa adotado pela Eletrobras representa a energia elétrica produzida com baixa emissão de carbono”. Afirma-se que o conceito é adaptado por tratar-se de uma empresa produtora de energia elétrica ela cerceou as idéias para o ramo da energia elétrica.

⁸<<http://www2.unigranrio.br/recursos/documentos/ICJr/12ICJr.pdf>>.

⁹<http://www.eletrobras.com/relatorio_sustentabilidade_2010/html_pt/perfil.html>.

Por generalização, temos então que a “energia limpa” é aquela que apresenta pouco impacto para o meio ambiente. Pavão (2014, p. 8)¹⁰ define energia limpa como “aquelas cuja utilização pela humanidade representa um mínimo de poluição ou dano ao meio ambiente, pois, de alguma forma, sempre há impacto no meio ambiente”.

Tem-se então que energia limpa é aquela de baixo impacto. Essa é uma característica que está, intrinsecamente, associado ao tipo de recurso, tanto sob a ótica dos recursos naturais quanto dos recursos ambientais. Por isso é de grande relevância.

2.2.3.6. Recursos Energéticos: Classificação quanto à Sustentabilidade

Essa classificação delimita quais são as “energias sustentáveis”. Pavão (2014, p. 9)¹¹ afirma que “o conceito de fontes de energia sustentáveis está relacionado com o conceito mais amplo de desenvolvimento sustentável”. O conceito de energia sustentável é:

“O termo “energia sustentável” é usado ao longo deste relatório para denotar sistemas, tecnologias e recursos energéticos que sejam capazes de não apenas suprir, no longo prazo, as necessidades humanas – econômicas e de desenvolvimento – mas também o façam de forma compatível com (1) a preservação da integridade subjacente dos sistemas naturais essenciais, evitando, inclusive, mudanças climáticas catastróficas; (2) a extensão de serviços básicos de energia a mais de 2 bilhões de pessoas no mundo todo que atualmente não têm acesso a formas modernas de energia; e (3) a redução de riscos para a segurança e do potencial para conflitos geopolíticos que poderiam advir da disputa crescente por reservas de petróleo e gás natural distribuídas desigualmente. Em outras palavras, o termo “sustentável” neste contexto abrange uma gama de objetivos programáticos que vai além da mera adequação de suprimentos” (FAPESP, 2010, p. 58)¹².

Esta definição é extremamente abrangente. Traz tanto a questão da disponibilidade energética, em si, intertemporalmente, quanto à questão dos conflitos oriundos da má distribuição ou da dificuldade de acesso ao recurso. Por ser tão ampla, não será inteiramente aplicável a classificação que se pretende alcançar aqui.

¹⁰<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/178/arquivos/Fontes%20Alternativas/aula_01.pdf>.

¹¹<http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/178/arquivos/Fontes%20Alternativas/aula_01.pdf>.

¹²<<http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>>.

2.2.3.7. Recursos Energéticos: Classificação Quanto ao Acesso ao Recurso

Esta classificação divide os recursos em dois grupos: recursos livres e recursos privados. Kanayama e Shimano (2014, p. 11)¹³ definem recurso livre como “aquele cuja fonte pode ser utilizada por qualquer pessoa sem nenhum custo. Ex: solar, eólica, hídrica etc” e recurso privado como aquele “cuja fonte é restrita àqueles que a possuem, podendo ser vendido livremente. Ex: gás natural, derivados do petróleo, biomassa, células combustíveis etc”. Os recursos energéticos livres são aqueles que podemos utilizar sem nenhuma necessidade especial de beneficiamento. Nesse sentido são muito assemelhados e quase se confundem com a classificação em recursos primários e secundários. A diferença reside no fato de que os recursos livres não pertencem a alguém em específico. Estão disponíveis no ambiente para quem quiser se apropriar deles. Como exemplo desta diferença, temos o gás natural, que é um recurso primário, pois pode ser utilizado sem nenhuma espécie de alteração ou beneficiamento, mas é um recurso privado, pois não está livre no ambiente para ser usado. Sua exploração é um direito do Estado ou de um ente por ele indicado. Essa característica é de relativa relevância na classificação aqui pretendida.

¹³<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=29&cad=rja&ved=0CFgQFjAIQBQ&url=http%3A%2F%2Fseeds.usp.br%2Fursos%2Ffile.php%2F1%2Ftreinamento%2FJULHO_2007%2FModulo_10.ppt&ei=YgTpUrPLKI25kQeL3IGgAg&usg=AFQjCNG8XfL7jgs-GDh7TB1C8gF2cRPHJA&bvm=bv.60157871,d.eW0>.

3. METODOLOGIA: UMA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DE RECURSOS ENERGÉTICOS

“Os homens de extraordinários talentos são ordinariamente os de menor juízo”.

Mariano da Fonseca – Marquês de Maricá.

O primeiro passo dado foi realizar uma revisão bibliográfica para conhecer o histórico das classificações dos recursos naturais. Depois seguiu-se compilando os modelos de classificação de recursos naturais existentes. Com estes dados, iniciou-se a busca por métodos de classificação dos recursos energéticos em si.

Com todos os dados alcançados, realizou-se uma avaliação para determinar quais itens seriam relevantes para a realização dos trabalhos. Os itens de pouca relevância foram descartados e os mais importantes compilados. A partir de então, passou-se a elaborar um novo método de classificação baseado nas informações mais relevantes coletadas.

3.1. Análise das Contribuições dos Modelos Já Existentes

A partir da análise dos modelos de classificação de recursos energéticos existentes, se buscará, agora, relacionar os itens considerados como importantes para elaborar uma nova classificação de recursos energéticos. Dentre as classificações anteriormente expostas, serão consideradas a classificação quanto à origem (grau de transformação química), quanto à renovação (natureza), quanto aos impactos, quanto à sustentabilidade, quanto à relação entre o local de produção e o local de consumo e quanto ao acesso ao recurso.

3.1.1. Contribuição da Classificação quanto à Origem (Grau de Transformação Química)

A classificação quanto à origem é importante, pois quanto mais transformações existirem entre a forma energia primária em energia de secundária (de uso final), maiores serão as perdas. Nesse sentido Hinrichs, Kleinbach e Reis (2010, p. 91) nos explicam que “mesmo que a energia seja conservada em um processo de conversão de energia, a produção de energia *útil* ou o trabalho *útil* será menor que a entrada de energia” (grifos dos autores). Os processos de conversão de energia sempre irão existir, pois a energia nem sempre está

disponível de modo diretamente aproveitável. Contudo, quando menos conversões forem feitas antes do uso final, menor será a perda. Ainda sobre os tipos e conversões de energia, os autores destacam que existem dois tipos básicos de energia que classificamos como energia mecânica: um associado ao momento de um corpo (a energia cinética) e outro associado à posição de um corpo (a energia potencial). Seguem explicando que existem outras formas de energia (química, nuclear, térmica, luminosa (ou radiante), sonora e elétrica). Por último, afirmam que, em nível microscópico, todos estes tipos de energia são exemplos de energia cinética ou potencial (2010, p. 48).

Gavrónski explica que “a conversão de energia primária para secundária implica em perdas, pois em qualquer transformação, parte da energia é perdida no processo, geralmente sob a forma de calor” (GAVRÓNSKI, 2007, p. 46).

Em reação a origem das fontes de energia, Hinrichs e Kleinbach *apud* Guena (2007, p. 22) afirmam que

“Os combustíveis fósseis são normalmente constituídos por longas cadeias de hidrocarbonetos (moléculas de carbono e hidrogênio), enxofre e alguns metais, formados por reações químicas que servem de reserva de energia solar. Alguns compostos possuem apenas um átomo de carbono, enquanto uns poucos têm até cem átomos de carbono” (2003).

Pode-se concluir, então, que em última instância, grande parte das formas de energia que utilizamos na Terra são originadas no Sol, ou seja, são formas de reserva (armazenamento) de energia solar.

Somando-se a todos os fatores já elencados, um maior número de transformações também implica em um maior número de etapas de um processo produtivo, o que, invariavelmente, vai encarecer o preço final, e também resultar em maiores passivos ambientais (mais processos produtivos implica em maior geração de resíduos). Nesse sentido, Brunoro (2007, p. 18) afirma que “toda transformação antrópica de energia impacta o meio ambiente”.

3.1.2. Contribuição da Classificação quanto à Renovação (Natureza), quanto aos impactos e quanto à Sustentabilidade

A classificação quanto à renovação é de suma importância, pois energias com alto grau de renovabilidade potencializam as possibilidades de fornecimento, e de uso, já que o consumo apresenta-se sempre crescente.

A importância da classificação quanto aos impactos existe associada à questão da sustentabilidade, já que se sabe que é impossível a manutenção dos padrões de produção e das emissões de poluentes nos níveis em que ocorrem hoje. Por isso, é de grande importância a observação dos impactos causados. O Protocolo de Kyoto (1997), a questão do aquecimento global e as mudanças climáticas são assuntos sempre presentes nas mídias e nas discussões científicas. Hoje não é mais permissível que haja algum tipo de produção com grandes passivos ambientais, onde todas as externalidades sejam pagas pela sociedade.

3.1.3. Contribuição da Classificação quanto à relação entre local de produção e consumo e quanto ao acesso ao recurso

A questão do acesso ao recurso apresenta-se associada à questão da relação entre o local de produção e o local de consumo. Ambas se fazem importantes em virtude de que os paradigmas atuais não só da produção de energia, mas também da produção e consumo em geral, sugerem que devemos priorizar a produção em lugares próximos ao consumo. Em relação à produção de energia elétrica, essa geração de energia próxima ao local de consumo é chamada de “geração distribuída”. A própria abertura do mercado energético brasileiro para que o consumidor final possa produzir energia elétrica e utilizar o excedente produzido para reduzir o valor de sua conta, disponibilizando a energia na rede, é um indicativo de que essa é a tendência do mercado é essa. Esta resolução¹⁴ sobre a microgeração de energia elétrica foi publicada no dia 17/04/2012.

3.2. Identificação e considerações sobre itens a ser considerados na elaboração do Modelo

Além das características elencadas nos modelos pré-existentes, existem outros detalhes que merecem ser considerados. Neste tópico serão elencados e caracterizar cada um destes itens.

¹⁴ Notícia no site na ANEEL sobre a geração de energia em unidades consumidoras:
<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=5457&id_area=90>.

3.2.1. Os Recursos e o “desperdício” pelo seu não aproveitamento

O axioma básico da economia nos diz que os recursos são escassos, por isso devemos fazer o melhor aproveitamento possível deles. Tomando em consideração este princípio, temos que avaliar a possibilidade de aproveitamento de cada recurso. Neste item, podemos dividir os recursos em dois casos: ou o recurso é “perdido” quando não utilizado pelo homem, ou o recurso não é “perdido” quando não utilizado. Devemos, aqui, esclarecer o significado de “perdido”. Sobre o tema, relacionamos os autores Hinrichs, Kleinbach e Reis (2010, p. 80)

“Uma vez que a energia em um sistema isolado não é destruída, criada ou gerada, pode-se, então, questionar por que precisamos nos preocupar tanto com os recursos energéticos, já que a energia é uma quantidade constante. O problema é que o resultado final de muitas transformações da energia é a produção de **calor residual**, que é transferido para o ambiente e deixa de ser útil para a realização de qualquer trabalho. Expressando de outra forma, o potencial da energia de gerar trabalho útil termina sendo “degradado” no processo de transformação da energia”.

Os autores seguem explicando que “mesmo que a energia seja conservada num processo de conversão de energia, a produção de energia *útil* ou trabalho *útil* será menor que a entrada de energia” (HINRICHS, KLEINBACH e REIS, 2010, p. 91). Em seguida ainda afirma que “a entrada de energia que não se transforma em trabalho útil é perdida sob formas não utilizáveis” (HINRICHS, KLEINBACH e REIS, 2010, p. 91). Por último, ele ainda afirma que “em um processo de conversão de energia, a qualidade da energia é sempre degradada, e sua capacidade de realizar trabalho, conseqüentemente, reduzida” (HINRICHS, KLEINBACH e REIS, 2010, p. 141).

Brunoro (2007, p. 17-18) corrobora com as idéias e afirma que “toda transformação de energia na natureza ocorre de forma que uma parte da energia inicial não é utilizada no processo final, ou seja, sempre há perdas de energia”.

A energia, portanto, não se perde. Ela apenas se transforma e passa a fazer parte de outra etapa do ciclo natural. Contudo, analisando pelo viés da possibilidade de aproveitamento por parte do homem, quando aquele recurso converteu-se da forma original (energia primária) para a forma resultante (energia secundária) já houve alguma perda do montante energético inicial. Mas não é apenas isso que nos interessa aqui. O mais importante a ser observado é que, muitas vezes, a energia existente no início do processo converteu-se em outro tipo que é mais difícil de ser aproveitado (como o “calor residual”, por exemplo). Por isso, a definimos como energia perdida.

Para exemplificar o grupo dos “recursos que se desperdiçam”, vamos avaliar a energia solar. Todo dia o Sol nos envia uma determinada quantidade de energia. Essa energia entra no sistema “Terra” e passa a ser convertida em diversas outras formas. Passa a fazer parte dos subsistemas atmosfera, hidrosfera, biosfera etc. A luz do Sol poderia ter sido aproveitada pelo homem, sendo transformada, por exemplo, em energia elétrica. Contudo, quando abdicamos de realizar esse aproveitamento, aquela quantidade de energia recebida por área por minuto (definida pela constante solar, que, de acordo com Hinrichs, Kleinbach e Reis (2010, p. 184) varia entre 0 e 1.050 W/m²/h, dependendo estação, do horário, da latitude, entre outros fatores) deixará de fazer parte da “energia solar” e passará a fazer parte de um outro subsistema. Aquecerá as águas, por exemplo, ou será utilizado para realizar fotossíntese e passará a fazer parte do subsistema biosfera. É claro que nós podemos aproveitar a energia contida nas plantas (através da combustão, por exemplo), mas irá se tornar um processo com mais etapas, tendendo a ser mais caro e gerando mais resíduos.

Foi trazido, para ilustrar, o exemplo da energia solar. Mas podemos realizar um raciocínio análogo para avaliar os outros tipos de energia. A energia eólica, por exemplo, quando não aproveitada, passará a fazer parte de algum outro sistema. A energia será utilizada para realizar algum trabalho (a morfoescultura da litosfera, movimentação de dunas, transporte de sistemas atmosféricos etc).

Outros tipos de energia (que podemos definir com “recursos que não se perdem”), como a proveniente do petróleo, caso não seja aproveitada, permanecerá estática em seu lugar, ficando disponível para ser aproveitada em algum momento de necessidade. Da mesma forma que a lenha, o carvão mineral e as reservas de urânio.

3.2.1.1. Os Recursos e o “desperdício” pelo seu não aproveitamento: a especificidade da Água

A água, utilizada para geração de hidroeletricidade, possui um caráter misto. Ela possui um ciclo mais rápido do que estes outros tipos de energia aqui definidos como “recursos que não se desperdiçam”, porém a sua possibilidade de escassez momentânea existe, ao contrário dos “recursos que não se desperdiçam”, onde essa possibilidade não existe. O Sol “nunca” deixará de nos enviar calor, sempre havendo fluxo de calor haverá sistema de circulação de fluídos, portanto o sistema atmosférico estará em circulação e existirão os ventos. Enfim, o tipo de energia de “recursos que se perdem” não deixará de existir (nos padrões de tempo humano).

A água não pode ser tratada como um recurso que “se perde”, pois ela pode ser facilmente armazenada para uso posterior (ao contrário da luz solar, ou do vento). E, comprovadamente, a sua escassez pode ocorrer, bastando para isso que haja uma sequência de meses ou anos com baixa pluviosidade. Como sabiamente afirma Hochstetler (2002, p. 53) “a capacidade de geração de energia elétrica de uma hidrelétrica depende primordialmente das condições hidrológicas, que podem variar significativamente ano a ano”.

Outra característica que torna a água um recurso especial é que ela possui mais de um uso, e não somente a geração de energia. Muitas vezes a geração de energia hidrelétrica é limitada, ou interrompida, pois se torna necessário reservar uma quantia mínima de água para que os usos preferenciais dispostos na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97): o consumo humano e a dessedentação de animais.

Em razão destas características, os recursos hídricos, enquanto fonte geradora de energia, têm que ser considerados como uma categoria mista, ou como, preferencialmente, integrantes dos recursos que “não se desperdiçam”.

3.2.2. A suscetibilidade às flutuações do “Preço de Mercado”

A próxima característica a ser avaliada está diretamente relacionada com a disponibilidade de energia. Como já citado, os níveis de consumo de energia vêm crescendo constantemente. E sabemos que quanto maior o nível de industrialização e de consumo de uma sociedade, maiores serão os gastos energéticos.

Como garantir o fornecimento de energia e a um preço acessível? Baseado nestas questões é que se embasa este tópico. Alguns tipos de fontes de energia possuem preços estabelecidos pelo mercado, outros não. Este item está, em parte, associado à classificação quanto ao acesso ao recurso. Em tese, os recursos privados tendem a ser precificados de acordo com as leis de mercado. Já os recursos livres, como não possuem “donos”, são de livre acesso, e não possuem preço.

Recursos energéticos como petróleo, carvão mineral, carvão vegetal, urânio, são todos recursos em que o preço irá variar de acordo com as leis de mercado (oferta x procura). Portanto, devem ser utilizados como opção e não como fonte primordial. Já os livres (energia solar, eólica, geotérmica etc) devem ser utilizados preferencialmente frente aos outros tipos de recursos, justamente por não serem precificáveis.

3.2.3. Não rivalidade e não exclusividade dos Recursos

De acordo com Kamogawa

“Não-rivalidade é aquela situação onde o consumo de um bem por um indivíduo não extingue a possibilidade de outro indivíduo extrair utilidade com o consumo deste bem. Ou seja, todos são beneficiados com a sua oferta (ex: luz do Sol, parque nacional, qualidade ambiental). É considerado um atributo físico do bem” (RANDAL *apud* Kamogawa, 2003, p. 39).

Já sobre a não exclusividade o Randal citado por Kamogawa (2003, p. 40) explica que “os recursos não-excludentes são aqueles cujo consumo não está restrito a apenas um agente econômico”.

Estas características estão relacionadas com o que muitas vezes encontramos denominado de “uso consuntivo” e “uso não consuntivo” – associado a recursos hídricos. De acordo com publicação da ANA, quando um uso de recurso é consuntivo, o seu uso retira “a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades quantitativas, espacial e temporalmente” (PEREIRA; PEDROSA, 2005, p. 14). Já o uso não-consuntivo é aquele que os usos “retornam à fonte de suprimento, praticamente a totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no seu padrão temporal de disponibilidade quantitativa” (PEREIRA; PEDROSA, 2005, p. 14).

É preferível que se utilizem os recursos que são não rivais e não-excludentes, já que possibilitam que mais de um usuário o utilize sem que haja prejuízo dos demais. Dessa forma, quanto mais pessoas puderem utilizar o recurso para obter sua energia, menor será a dependência de uma geração de energia centralizada. Novamente, recursos como a energia solar e a eólica são preferíveis.

Em relação ao recurso hídrico e a sua consuntividade, temos que considerar que a geração de energia nunca será um uso prioritário. Dessa forma, não é recomendável que haja dependência energética exclusiva dessa fonte.

3.2.4. Quanto à Acessibilidade ao Recurso

Este item reflete a facilidade de acesso ao recurso energético. Fontes de energia que necessitam de trabalho para serem alcançadas irão demandar um custo maior de produção. Por outro lado, fontes de fácil acesso tendem a ser mais baratas (sem considerar características como o nível de evolução tecnológico associado àquele recurso). O carvão mineral, por

exemplo, tende a possuir um custo de exploração maior do que o carvão vegetal (em razão da prospecção, exploração das reservas etc). Sob esse aspecto, deve-se privilegiar o uso de recursos energéticos que possuam um custo de obtenção nulo ou mais próximo a isso.

Nesse sentido, Hochstetler (2002, p. 52-53) afirma que

“Há dois tipos básicos de recursos naturais utilizados na geração de energia elétrica. O primeiro tipo é formado pelos recursos naturais livres à disposição, isto é, a sua oferta não depende do esforço humano. Uma vez realizado o investimento inicial na tecnologia, a captação da energia desse tipo de recurso natural incorre custos insignificantes. Após a etapa de investimentos a energia desses recursos é obtida sem ônus³⁰. Geralmente esse tipo de recursos naturais apresenta uma oferta estocástica. Para se gerar energia elétrica a partir destes recursos naturais basta instalar uma usina para captar a sua energia. A disponibilidade desse tipo de recurso natural depende exclusivamente dos estados da natureza, que geralmente apresentam um componente cíclico e um componente aleatório. Exemplos desse tipo de recursos naturais são as energias hidrelétricas, solar, eólica e fotovoltaica. O segundo tipo é formado pelos recursos naturais que precisam ser extraídos da natureza através do esforço humano para gerar energia. Exemplos desse tipo de recursos naturais são o gás natural, o óleo combustível, o óleo diesel, o carvão e o bagaço de cana”.

Conclui-se que, depois de realizado o investimento inicial, é menos oneroso a obtenção do recurso energético a partir das fontes de energia que não necessitam de esforço humano para sua obtenção, desta forma, tais fontes devem ser as mais amplamente utilizadas.

3.2.5. Quanto à Capacidade de Estocagem

Podemos classificar os recursos de duas maneiras: os recursos que podem ser estocados, e os recursos que não podem ser estocados. Recursos como carvão, petróleo, urânio e plutônio, além da própria água, por exemplo, são recursos que podem ser facilmente estocáveis. Alguns outros como a luz solar, o vento, a energia geotérmica, e as ondas do mar são exemplos de fontes que não podemos estocar. É uma característica que assemelha-se muito com o item “recursos que se desperdiçam e recursos que não se desperdiçam”. Na verdade, estes dois itens atuam de modo contrário: um recurso que se desperdiça é um recurso que não se pode estocar. Um recurso que não se desperdiça é um recurso passível de ser estocado. O foco aqui é a possibilidade de estocagem de um recurso para que ele possa ser utilizado em um momento de escassez de outras fontes de energia. Sob esta óptica, é importante que as fontes de energia que podem ser estocadas sejam utilizadas como fonte

complementar de energia, ou seja, só utilizadas quando a fonte usual de energia não for capaz de suprir a necessidade energética momentânea.

3.2.6. Quanto à Sazonalidade

Este é um dos itens mais simples de se avaliar: um recurso energético que é afetado pela sazonalidade possui um índice de incerteza maior. Não é garantido que quando a necessidade de energia for maior se estará no momento de maior produção energética. Por exemplo, a partir das latitudes médias, a produção de energia solar sofre o efeito da sazonalidade tendo uma acentuada queda na sua produção durante o inverno. Contudo, a sazonalidade pode atuar de maneira contrária para duas fontes de energia distintas. Tem-se, por exemplo, que a sazonalidade afeta as fontes hidráulica e eólica, no Brasil, de modos contrários: quando ocorre uma redução da produção da hidráulica é o momento em que a energia eólica está mais propícia para produzir. Ou seja, nesse caso estas duas energias são complementares. (ANEEL *apud* Gavronski, 2007, p. 187).

Outro fator importante no quesito energia, principalmente na energia elétrica, é que ela possui uma utilidade que é condicionada ao tempo. Isso significa que caso haja um déficit energético num dado momento, ele não poderá ser compensado com uma oferta extra de energia num momento posterior. Ou seja, o superávit posterior não terá o efeito compensatório. Isso deve-se, também, ao fato da impossibilidade econômica de armazenar-se energia elétrica (HOCHSTETLER, 2002, p. 59).

Por todos esses fatores, quanto menor for o efeito da sazonalidade sobre um recurso energético, haverá preferência pelo seu uso advinda da sua confiabilidade de fornecimento. Contudo, não custa lembrar que a sazonalidade é um item que pode e deve ser relativizado para cada tipo de energia e para cada lugar do planeta. Vamos retornar o exemplo do Sol: se queremos analisar os efeitos da sazonalidade no fornecimento de “energia solar” temos que a sazonalidade deve ser um item de grande importância caso a área de análise esteja localizada na zona temperada, como o estado do Rio Grande do Sul ou uma outra região que esteja ainda mais ao sul. Por outro lado, se o local em análise for uma cidade qualquer sob à linha do Equador, com altitude média próximo ao nível do mar, dificilmente a sazonalidade deverá ser considerada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

“Nem a juventude sabe o que pode, nem a velhice pode o que sabe”.

Saramago.

4.1. Atributos Para o Novo Modelo de Classificação

Agora que já se têm elencados os itens que devem ser considerados na construção de um novo modelo de classificação de recursos energéticos, se buscará propor novas categorias de recursos.

São 6 características advindas das contribuições dos modelos pré existentes:

- classificação quanto à origem (grau de transformação química)
- classificação quanto à renovação (natureza)
- classificação quanto aos impactos
- classificação quanto à sustentabilidade
- classificação quanto à relação entre local de produção e consumo
- classificação quanto ao acesso ao recurso

Dos itens que julgados essenciais ao modelo, surgem mais 8 itens:

- o “desperdício” pelo seu não aproveitamento
- o “desperdício” pelo seu não aproveitamento: a especificidade da água
- flutuações do “preço de mercado”
- não rivalidade
- não exclusividade
- acessibilidade ao recurso
- capacidade de estocagem
- sazonalidade

A primeira característica apresentada na Tabela 4 representa a facilidade de obtenção de um recurso: recursos de fácil acesso são os que demandam pouco ou nenhum esforço para a sua obtenção. Portanto, os preferenciais devem possuir fácil acesso. Quando ao acesso ao recurso, os recursos de acesso livre estão disponíveis para todos, por isso o seu uso é preferencial.

Os dois próximos quesitos estão interligados: estocagem e desperdício. Os recursos que permitem estocagem podem ser utilizados como reserva, por isso devemos utilizar

preferencialmente os recursos que NÃO permitem estocagem. Isso se justifica no outro item, já que os recursos que não permitem estocagem serão recursos perdidos.

Em impactos e sustentabilidade, temos a preferência de uso pelos recursos que apresentem baixo impacto, por serem mais sustentáveis. Os recursos citados com de alto impacto devem ser as últimas opções de uso em razão dos passivos ambientais gerados. O quesito local de produção e consumo também está relacionado com sustentabilidade. Aqui é preferencial que se utilize os recursos autóctones, visto que a sustentabilidade também é favorecida (um dos quesitos que se avalia para dizer se algo é sustentável ou não, é a capacidade de um “sistema” de suprir suas necessidades sem que haja ingressos de matérias primas ou egressos de externalidades, por exemplo).

No item origem é preferível que se utilize as energias de fontes primárias, pois como foi citado anteriormente, cada conversão de energia resulta em perda de parte do potencial energético inicial, e, via de regra, na geração de resíduos.

Apesar do valor da característica renovação ter sido questionado neste trabalho, ele não é um item inútil. O que se buscou demonstrar aqui é que esta característica é imprópria quando utilizada como único critério de análise, dissociada de outros itens auxiliares que tornem a sua definição mais precisa. Como se está utilizando ela como um elemento a mais de análise, torna-se uma fonte extra de informação, e, portanto, seu uso é plenamente desejável. Tal qual na classificação corrente nas mídias e de domínio popular, os recursos renováveis também são de uso preferencial justamente por serem uma fonte virtualmente infinita de recursos.

Na característica rivalidade/exclusividade os itens marcados como não rivais ou não exclusivos são de uso preferencial, pois permitem que mais de um agente econômico utilize o recurso sem que haja prejuízo de outro.

No quesito sazonalidade é preferencial que se utilize um recurso que não seja sazonal, já que a incerteza do fornecimento de energia é uma possibilidade indesejada e impensável. Logo, quando maior a certeza que um recurso transmitir, maior será a sua “valoração”.

Por último, ocorre a característica “sujeito a preço de mercado”. Por razões óbvias, um item tão básico, elementar e essencial como energia não pode ser uma característica que possua um fator de incerteza tão grande quanto “a mão invisível” do mercado. Logo, os recursos que não são sensíveis a esta característica possuem o uso preferencial.

A tabela 4 apresenta a listagem de alguns tipos de recursos energéticos e das características analisadas anteriormente. Já a tabela 5 apresenta as mesmas informações com destaque para os itens avaliados como preferenciais para cada uma das características

analisadas. Desta forma, de acordo com o que aqui está proposto, quanto maior a quantidade de itens destacados para um tipo de energia, este tipo de energia será definido como de uso preferencial.

A tabela 6 apresenta os recursos energéticos com as características consideradas apropriadas em destaque. Contudo, os recursos energéticos foram reorganizados de forma a reunir os recursos com maiores e menores quantidades de itens classificados como apropriados. Os recursos energéticos com 4 ou menos características indicadas como apropriadas foram reunidos em um grupo (B), e os com mais de 4 características apropriadas em outro grupo (A).

Tabela 4: Tipos de energia x Características

Tabela 4 - Tipos de energia x Características

Tipo de energia / Características	Acessibilidade (extração ou obtenção)	Acesso	Estocagem	Desperdício	Impactos e sustentabilidade	Local de produção e consumo	Origem**	Renovação	Rival / exclusivo	Sazonal	Sujeito a preço de mercado
Biomassa	Fácil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim	Sim
Carvão mineral	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Autóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Carvão vegetal	Fácil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim*	Não
Eólica	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Autóctone	Primária	Renovável	Não	Sim	Não
Gás natural	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Autóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Geotérmica	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Alóctone	Secundária	Renovável	Não	Não	Não
Hidrelétrica	Fácil	Livre	Sim	Não	Médio	Alóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim*	Não
Hidrogênio	Fácil	Livre	Sim	Não	Baixo	Autóctone		Renovável	Sim	Não	Não
Maremotriz	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Alóctone	Secundária	Renovável	Não	Não	Não
Nuclear	Fácil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Petróleo	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Alóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Solar	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Autóctone	Primária	Renovável	Não	Sim	Não

Os itens sinalizados com asteriscos serão explicados no próximo item.

Tabela 5: Tipos de energia x Características – destaque itens apropriados

Tabela 5 - Tipos de energia x Características - destaque itens apropriados

Tipo de energia / Características	Acessibilidade (extração ou obtenção)	Acesso	Estocagem	Desperdício	Impactos e sustentabilidade	Local de produção e consumo	Origem**	Renovação	Rival / exclusivo	Sazonal	Sujeito a preço de mercado
Biomassa	Fácil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim	Sim
Carvão mineral	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Autóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Carvão vegetal	Fácil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim*	Não
Eólica	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Autóctone	Primária	Renovável	Não	Sim	Não
Gás natural	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Autóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Geotérmica	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Alóctone	Secundária	Renovável	Não	Não	Não
Hidrelétrica	Fácil	Livre	Sim	Não	Médio	Alóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim*	Não
Hidrogênio	Fácil	Livre	Sim	Não	Baixo	Autóctone		Renovável	Sim	Não	Não
Maremotriz	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Alóctone	Secundária	Renovável	Não	Não	Não
Nuclear	Fácil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Petróleo	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Alóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Solar	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Autóctone	Primária	Renovável	Não	Sim	Não

Os itens sinalizados com asteriscos serão explicados no próximo item.

Tabela 6: Tipos de energia x Características – agrupadas pela quantidade de características apropriadas

Tabela 6 - Tipos de energia x Características - agrupadas pela quantidade de características apropriadas

Tipo de energia / Característica	Acessibilidade	Acesso	Estocagem	Desperdício	Impactos e sustentabilidade	Local de produção e consumo	Origem**	Renovação	Rival / exclusivo	Sazonal	Sujeito a preço de mercado
Grupo "A": energias com mais características apropriadas											
Eólica	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Autóctone	Primária	Renovável	Não	Sim	Não
Solar	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Autóctone	Primária	Renovável	Não	Sim	Não
Hidrogênio	Fácil	Livre	Sim	Não	Baixo	Autóctone		Renovável	Sim	Não	Não
Geotérmica	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Alóctone	Secundária	Renovável	Não	Não	Não
Maremotriz	Fácil	Livre	Não	Sim	Baixo	Alóctone	Secundária	Renovável	Não	Não	Não
Hidrelétrica	Fácil	Livre	Sim	Não	Médio	Alóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim*	Não
Biomassa	Fácil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim	Sim
Carvão vegetal	Fácil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Renovável	Sim	Sim*	Não
Grupo "B": energias com menos características apropriadas											
Petróleo	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Alóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Gás natural	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Alóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Carvão mineral	Difícil	Privado	Sim	Não	Alto	Alóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim
Nuclear	Difícil	Privado	Sim	Não	Médio	Autóctone	Primária	Não	Sim	Não	Sim

Os itens sinalizados com asteriscos serão explicados no próximo item.

4.2. Comentários sobre as tabelas agrupando características segundo os Tipos de Energia

A energia hidrelétrica apresenta um asterisco no item sazonalidade por alguns motivos: primeiro, pois a sazonalidade já deve ter sido um item considerado antes da sua construção. Mas isso não um motivo plenamente justificável. Outros tipos de energia, como a eólica, só são construídas depois de avaliada a sua sazonalidade. As partes mais importantes a considerar é que a sua sazonalidade possui uma previsibilidade relativa. As previsões do tempo conseguem estimar com boa precisão qual o comportamento da chuva para o próximo ano. Ainda não possuem o poder de prever com toda certeza, mas já é o suficiente para nos alertar de uma possibilidade de escassez, ou de uma fase de despreocupação. A sazonalidade na energia eólica, por exemplo, não pode ser prevista da mesma forma.

O mais importante é que esta sazonalidade pode ser parcialmente contornada justamente em virtude da sua previsibilidade relativa e da capacidade de estocagem do recurso. Uma represa pode armazenar água suficiente para que não haja um momento de crise acentuada e incontornável. Tal qual a energia hidrelétrica, a energia oriunda do carvão vegetal também apresenta uma sazonalidade relativa, justamente pela sua capacidade de armazenamento.

O item origem aparece com asteriscos duplos em razão de um mesmo recurso energético poder ser utilizado como energia primária ou como energia secundária. O petróleo, por exemplo, pode ser utilizado diretamente como fonte de energia (“petróleo cru” (FAPESP, 2010, p. 94)) e ser classificado como fonte primária. De outro modo, depois de processado, e obtida à gasolina, tal derivado de petróleo será considerado como uma fonte de energia secundária. Portanto, cada caso deve ser analisado particularmente (o modo como a energia é utilizada, para verificar se está compatível com os questionamentos aqui apresentados). Desta forma, este quesito fica relativizado, com sua importância levada para um segundo patamar.

Outro ponto que merece ser comentado é a biomassa. Ela merece uma seção em razão de uma característica importante: ela não é uma fonte de energia específica, e sim um grupo de fontes de energia diversas. Por isso, classificar uma fonte de energia como “biomassa” é dizer que ela faz parte de um grande grupo de recursos energéticos. Justamente por ser um grupo tão grande, é heterogêneo. Para tentar tornar mais específico, vamos apresentar uma primeira divisão dentro do grupo biomassa. Esta divisão classifica a biomassa em “biomassa tradicional” e “biomassa moderna”. A “biomassa tradicional” compreende, por exemplo, “lenha, resíduos agrícolas, esterco animal e outros resíduos domésticos” (FAPESP, 2010, p.

207). Para exemplificar a “biomassa moderna” são citados o bioetanol e o biodiesel. O carvão vegetal poderia ter sido incluído no grupo biomassa. Optou-se por não fazê-lo para que ele pudesse ser utilizado como um exemplo de biomassa tradicional, estocável e com um alto nível de impacto ambiental.

No quesito impactos/sustentabilidade, a biomassa foi classificada como “médio”, pois, de acordo com FAPESP, “a biomassa permanece a única matéria-prima de curto prazo que tem o potencial de ser de fato carbono-neutra e sustentável no longo-prazo” (FAPESP, 2010, p. 44). Em outro ponto, segue-se afirmando que:

“A biomassa é um recurso renovável que pode atingir emissões de carbono baixas ou quase nulas (desde que tecnologias apropriadas de conversão sejam usadas e que as matérias-primas utilizadas sejam geridas de forma sustentável” (FAPESP, 2010, p. 208).

Por outro lado, quando a biomassa tradicional é utilizada, o seu efeito ganha novas feições:

“Em contrapartida, a utilização de biomassa nas aplicações tradicionais frequentemente tem impactos negativos sobre a saúde pública e sobre o meio ambiente e é muitas vezes conduzida de uma forma que não pode ser considerada sustentável ou renovável (no sentido de evitar a degradação ou a exaustão da base de recursos subjacentes ao longo do tempo)” (FAPESP, 2010, p. 208). Grifos do autor.

Em seguida, o autor segue afirmando a dificuldade de diferenciarmos ambos os grupos, pois os dados raramente discriminam que tipo de biomassa está sendo utilizada. Para ilustrar o que diz, nos traz o seguinte exemplo:

“É difícil dizer, a partir das estatísticas disponíveis, por exemplo, que parte da contribuição estimada da biomassa é composta por resíduos florestais e agrícolas recolhidos manualmente por pequenas comunidades *versus* a produção em larga escala de carvão a partir de florestas nativas para abastecer indústrias e cidades” (FAPESP, 2010, p. 208).

4.3. Características Comuns aos Grupos de Energias

Nas tabelas, as energias foram divididas em dois grupos “A” e “B” para que fosse possível buscar as características em comum para estes grupos de recursos. Ao analisar os agrupamentos, nota-se que as fontes de energia agrupadas, via de regra, apresentam características comuns. Nos próximos títulos serão analisados os dois grupos criados a partir das tabelas. O item origem não será avaliado dentro dos grupos, porque para avaliá-lo seria necessário especificar cada sub-tipo de recurso utilizado, para averiguar a sua origem. Como a

intenção deste trabalho não é exaurir os tipos de recursos energéticos e classificá-los, isso não será necessário.

4.3.1. Características Comuns Grupo “B”

Os recursos energéticos do grupo B se comportaram de modo bastante uniforme. Logo, sua identificação, dá-se de maneira mais fácil. Todos eles são recursos de difícil acesso, e por isso, geralmente possuem um “dono” – aquele indivíduo responsável pela sua exploração. Em razão disso, são recursos privados. Todos eles são recursos que precisam ser explorados para serem obtidos. Além disso, todos são, de maneiras relativamente fáceis, estocáveis. Por possuírem uma “estoque” natural e ainda poderem ser guardados depois de explorados, esses recursos são classificados como facilmente estocáveis. Logo, não existe o desperdício. Por outro lado, todos os recursos possuem potencial de impacto ambiental de médio a alto, possuindo baixa sustentabilidade. Na relação entre local de produção e consumo, apenas a energia nuclear possui uma “mobilidade” maior. Nos últimos 4 quesitos, todos os recursos se comportaram de modo idêntico: não são renováveis, são rivais/exclusivos, nenhum deles é sazonal, e estão todos sujeitos aos preços de mercado.

4.3.2. Características Comuns Grupo “A”

No quesito acessibilidade todos os recursos deste grupo foram considerados de fácil acessibilidade. No acesso ao recurso, a grande maioria dos recursos são classificados como livres. As primeiras dicotomias ocorrem nos quesitos estocagem e desperdício. Nestas duas características, os recursos ficaram divididos. No item impactos/sustentabilidade, a divisão que ocorreu nos dois itens anteriores perseverou: ou seja, os itens que não podem ser estocados, e, portanto, são desperdiçados, são os itens que possuem o mais baixo impacto e a maior sustentabilidade. No quesito produção e consumo também houve uma divisão, mas ela não seguiu o padrão dos itens anteriores com exatidão. O quesito renovação foi unânime: todos os recursos são renováveis. No item rivalidade/exclusividade, a divisão ocorrida em estocagem, desperdício e impactos/sustentabilidade persistiu. Em sazonalidade, como já foi citado anteriormente, em regra geral, a maior parte dos recursos foi classificada como sazonal. Por último, exceto por alguns tipos de biomassa, todos os recursos não estão sujeitos às variações dos preços de mercado.

Diante do exposto, percebe-se que os itens agrupados sob o título de grupo “A” possuem alguma diferenciação. Para que não ocorra uma generalização muito grande, já que toda classificação implica em generalizações, este grupo será subdividido em dois outros grupos.

4.4. O Novo Modelo

Depois de elencar e examinar as proposições de classificação de recursos naturais e energéticos mais correntes, de coletar itens oportunos para uma nova classificação de recursos energéticos, chega a hora de propor as idéias de um novo modelo. No item anterior, concluiu-se que os recursos agrupados sob o nome de “B” possuíam uma unidade muito grande em suas características. Em contrapartida, aqueles reunidos com o nome de recursos “A” apresentavam uma dicotomia plausível de ser utilizada para gerar dois subgrupos. Tais grupos e subgrupos serão apresentados a seguir.

4.4.1. O Novo Modelo: Características Essenciais Versus Características Desejáveis

As características dos recursos energéticos foram divididas em dois grupos de acordo com a sua importância para a classificação. O primeiro grupo, cujos itens são chamados de essenciais, possui características de grande importância, que todo recurso deveria possuir. O segundo grupo, as características desejáveis, possui itens que também são de grande importância, apesar de não serem imprescindíveis, como os do primeiro grupo. Os itens participantes de cada grupo são estes:

Características essenciais: não podem ser estocadas; caso não utilizadas, serão desperdiçadas; baixo impacto e alta sustentabilidade.

Características desejáveis: são de fácil acessibilidade; são recursos livres; são recursos alóctones; de origem primária; são recursos não rivais/não exclusivos; não sazonais; não estão sujeitos a preço de mercado.

As características selecionadas para fazer parte do grupo “características essenciais” foram selecionadas por serem consideradas como de maior importância. As energias que atenderem a esses requisitos serão energias que devem ser utilizadas primeiro para que seja possível realizar o aproveitamento do seu potencial pelos seres humanos. Além disso, são energias que possuem baixo impacto.

Os demais itens farão parte do grupo “características desejáveis”. Aqui já escritas demonstrando qual dos atributos se espera que elas possuam.

4.4.2. Os Recursos Energéticos de Uso Prioritário ou Energias Prioritárias

Prioritário significa que é primeiro em tempo, ordem ou dignidade, que tem possibilidade legal de passar à frente dos outros. É um sinônimo de primazia, premência, importância, e até mesmo urgência (HOUAISS, 2001). De certa forma, todas estas características refletem as características destes recursos. Eles foram assim denominados, em razão das suas virtudes. Inclusive urgência. São recursos “urgentes”, pois se não forem utilizados, não podem ser estocados e serão desperdiçados. Por isso, seu uso faz-se urgente. Também são urgentes por serem os primeiros em ordem e dignidade, pois são aqueles que possuem as maiores capacidades de renovabilidade, e possuem os mais baixos impactos ao ambiente. São sustentáveis. São recursos que não rivalizam, tampouco excluem. São recursos livres, e não estão sujeitos aos preços de mercado. Desta maneira, todos podem ter acesso, e utilizar de maneira (quase) livre.

Em síntese, as energias prioritárias podem ser assim caracterizadas: são energias renováveis que possuem, ao menos, DUAS das **características essenciais** e provavelmente diversas das **características desejáveis**.

Diante do proposto, podemos definir que dentre as energias exemplificadas na tabela, as energias prioritárias são estas: eólica, solar, geotérmica e maremotriz.

São energias limpas, renováveis, que devem ser aproveitadas por não poderem ser armazenadas, por isso seu uso é urgente.

4.4.3. Os Recursos Energéticos de Uso Complementar ou Energias Complementares

Complementar significa dar complemento, completar-se, concluir-se (HOUAISS, 2001). Os recursos energéticos foram assim denominados, porque o uso destas energias visa completar alguma ausência ou incapacidade momentânea, por parte dos recursos prioritários, de suprir as necessidades energéticas das pessoas.

Estes recursos podem ser definidos da seguinte forma: são energias renováveis, que dificilmente irão possuir as características definidas como **essenciais**, mas certamente possuem **quatro** ou mais das **características desejáveis**.

Dessa forma, são exemplos de recursos complementares trazidos na tabela: hidrelétrica, hidrogênio e biomassa.

São energias com baixo a médio impacto, mas que possuem a capacidade de serem estocadas, e, portanto podem ser utilizadas como fonte opcional, caso a fonte principal não cumpra as necessidades.

4.4.4. Os Recursos Energéticos de Uso Suplementar ou Energias Suplementares

Suplementar significa adicional, que se acrescenta como suplemento (HOUAISS, 2001). Não irão possuir nenhuma das características ditas como essenciais, e dificilmente possuirão alguma das características desejáveis.

São energias que possuem de médio a alto potencial poluidor, possuindo ou não renovabilidade (para o tempo de vida humano). É importante citar que a renovabilidade não é um fator inibidor para que o recurso seja classificado como suplementar. O não atendimento às demais características (presença de itens desejáveis, por exemplo) é que irá definir a classificação do recurso.

São recursos privados, de difícil acesso, altamente sujeitos às flutuações de preço do mercado. Possuem alta rivalidade e exclusividade (o petróleo, por exemplo, possui tantas finalidades diversas que muitos questionam o seu uso como combustível).

Por serem facilmente estocáveis, devem ser preservados para serem utilizados em casos de necessidade extrema de energia. Devem ser encarados como última alternativa para quando as outras fontes (prioritárias e complementares) se mostrarem completamente incapazes de atender às necessidades. Seu uso deve ater-se a casos extremos.

Dessa forma, são exemplos de recursos complementares trazidos na tabela: petróleo, gás natural, carvão mineral e nuclear.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

“Toda verdade absoluta é finita, delimitada e abstrata”.
Autor desconhecido.

A classificação de recursos energéticos é um tema complexo de se tratar, porque abrange idéias e conceitos multidisciplinares. Os modelos usualmente utilizados são limitados: se resumem a utilizar uma característica dos recursos, ou um efeito da tecnologia ou do trabalho humano sobre os recursos. Desta forma, não estão capacitados a contemplar a complexidade apresentada pelo tema.

É um tema pouco explorado e, de certo modo, indefinido. Prova disso é a ausência de bibliografias que tratem exaustivamente ou exclusivamente do tema. Além disso, a indefinição ou imprecisão relacionada a certos conceitos demonstra a brumas existentes na referida temática.

A importância do tema reside na capacidade de planejamento do uso dos recursos e do real conhecimento da situação qualitativa da matriz energética de uma localidade. Para que isso ocorra é preciso que não existam dúvidas em que tipo de recurso está sendo utilizado. Nesse campo é necessário que não haja dúvidas.

Este trabalho acabou por propor-se a apresentar uma compilação dos conceitos existentes, esmiuçando a caracterização de cada um deles para evitar a dubiedade. A escassa e imprecisa bibliografia foi um agravante da precariedade. Posteriormente, buscou identificar itens julgados necessários para que houvesse um novo modelo de classificação. Reunidas todas essas características, um novo modelo tripartite foi então proposto.

O novo modelo justifica-se na idéia de que existem certas características imprescindíveis, chamadas de essenciais, e outras que são desejáveis. Quando um recurso é renovável e possui ao menos duas características essenciais, ele será classificado como um recurso prioritário. Caso o recurso seja renovável, mas não possua duas características essenciais, verificamos se ele possui pelo menos três características desejáveis. Estando assim enquadrado, será classificado como um recurso complementar. Não estando em nenhuma das situações anteriores, ele será classificado como um recurso suplementar.

Os principais itens que destacamos como produto final da análise deste trabalho são os seguintes:

- O conceito de renovabilidade é impreciso, está relacionado às tecnologias de exploração de recursos e à intensidade de uso dos mesmos. Por isso não é decisivo (definitivo) no enquadramento de um tipo de recurso na classificação.
- O Conceito de energia primária e secundária varia de acordo com o tipo de uso que se faz de cada fonte. Por isso, para utilizar essa idéia é necessário que se especifique qual o tipo de uso.
- Recursos que não podem ser armazenados devem ser utilizados primeiro, para que não sejam “perdidos” (tendo em vista o aproveitamento humano direto).
- A sazonalidade é um item relativo ao lugar de produção do recurso. Por isso deve ser analisado criteriosamente.
- A relação entre local de produção e consumo é um item que está sendo valorizado, na atualidade, em qualquer relação econômica. A busca pela autonomia de uma unidade (cidade, por exemplo) está estritamente relacionada com a sua “sustentabilidade”.
- Características que impliquem em incapacidade de acesso a um recurso (recursos privados, com baixa acessibilidade, rivais/exclusivos) são indesejáveis, pois implicam em domínio sobre um recurso, e na possibilidade de fazer com que o preço deste recurso possa variar de acordo com o mercado.

A classificação em recursos prioritários, complementares e suplementares é uma tentativa de criar um novo modelo de classificação. É uma tentativa de realizar uma classificação composta, multifatorial e ampla. Sabe-se que ainda existem detalhes a serem melhorados, e que alguns itens como a origem dos recursos, a sazonalidade e a renovabilidade seguem sendo características relativas. A renovabilidade, por exemplo, segue sendo um item variável de acordo com a tecnologia, por exemplo. Por isso, a sua participação nesse novo modelo ocorre de duas formas: para as energias prioritárias e complementares, todo recurso que faça parte desse grupo tem que ser um recurso renovável. Contudo, o recurso ser definido como sendo renovável não garante que ele faça parte dos recursos prioritários ou complementares. Como exemplo disso podemos citar a energia da biomassa: o carvão vegetal pode ser um exemplo de biomassa (lenha ou resíduos da agricultura, ou pecuária). Apenas por essa característica, seriam classificados como recursos renováveis (afinal podemos plantar árvores para obtermos lenha, e a safra de cana, cujo bagaço pode ser utilizado para produzir energia). Contudo, isso não garante que o recurso tem baixo potencial de poluição e alta

sustentabilidade, nem garante que não esteja sujeito a flutuações do preço de mercado, que também são características importantes.

Esta é um primeiro esforço no sentido de trazer novos rumos para a classificação de recursos energéticos. O importante é que haja novas iniciativas para que a temática não fique, novamente, sem inovações e não siga apenas em uso “popular” sem precisão ou com indefinição de conceitos, que é o que vinha ocorrendo.

REFERÊNCIAS

AGÜERO, Pedro Hubertus Vivas. **Avaliação econômica dos recursos naturais**. 1996. 225 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BRASIL; MME. **Balanco energético nacional 1999**. Disponível em:

<http://www.anp.gov.br/brasil-rounds/round2/Pdocs/Papresent/ben_p99.pdf>. Acessado em: 31 jan. 2014.

BRUNORO, Cláudio Marcelo. **Metodologia para tratamento integrado de energia elétrica e recursos naturais para empreendimentos dos setores residencial e comercial**. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CONSULTORIA, IX. **Balanco energético do estado de São Paulo – 2012, Ano Base: 2011**. Disponível em:

<http://catedradogas.iee.usp.br/upload/workshop2013/IX_BalancoSP.pdf>. Acessado em: 31 jan. 2014.

COPEL. Disponível em:

<<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F0%2F7507b0aba2e082ff0325740f00649745>>. Acessado em: 31 jan. 2014.

COUTO, Laércio; MÜLLER, Marcelo Dias; FILHO, Antônio de Arruda Tsukamoto.

Florestas plantadas para energia: aspectos técnicos, sócio-econômicos e ambientais.

Disponível em: <www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=19>. Acessado em: 15 mar. 2014.

FIELD, Barry C. **Environmental economics: an introduction**. United States of America: The McGraw-Hill Companies. 1994. 490p.

ELETRONBRAS. Disponível em:

<http://www.eletronbras.com/relatorio_sustentabilidade_2010/html_pt/perfil.html>. Acessado em: 31 jan. 2014.

FAPESP. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho**. São Paulo:

Academia Brasileira de Ciências, 2010. Disponível em:

<<http://www.fapesp.br/publicacoes/energia.pdf>>. Acessado em: 31 jan. 2014.

FAUCHEUX, Sylvia. NOËL, Jean-François. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa: Instituto Piaget, S/D. 445 p.

- GAVRONSKI, Jorge Dariano. **Carvão mineral e as energias renováveis no Brasil**. 2007. 291 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin; RERIS, Lineu Belico. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. 708 p.
- HOCHSTETLER, Richard Lee. **Recursos naturais e o mercado: três ensaios**. 2002. 165 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2002.
- JANNUZZI, Gilberto de Martino; SWISHER, Joel N. P. **Planejamento integrado de recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis**. Campinas: Editora Autores Associados, 1997. 246 p.
- KANAYAMA, Paulo; SHIMANOE, Bruno K. **Novos Instrumentos de Planejamento Energético Regional visando o Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=29&cad=rja&ved=0CFgQFjAIOBQ&url=http%3A%2F%2Fseeds.usp.br%2Fcursos%2Ffile.php%2F1%2Ftreinamento%2FJULHO_2007%2FModulo_10.ppt&ei=YgTpUrPLKI25kQeL3IGgAg&usg=AFQjCNG8XfL7jgs-GDh7TB1C8gF2cRPHJA&bvm=bv.60157871,d.eW0>. Acessado em: 31 jan. 2014.
- KAMOGAWA, Luiz Fernando Ohara. **Crescimento econômico, uso de recursos naturais e degradação ambiental: uma aplicação do modelo EKC no Brasil**. 2003. 142 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- LACOMBE, Francisco José Masset. **Dicionário de negócios: mais de 6.000 termos em inglês e português**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- MACHADO, Agnes Thiane Pareira. **Fontes de energia**. Disponível em: <http://www.uepg.br/pet/pdf/fontes_de_energia.pdf>. Acessado em: 31 jan. 2014.
- MARCOLINO, José Manuel. **Economia da Saúde Ambiental: Análise de Impacto da Poluição Atmosférica sobre a Saúde Humana**. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia. Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- MARGULIS, Sergio. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. Rio de Janeiro: IPEA; Brasília: IPEA/PNUD, 1990. 246 p.

- MARQUES, Antônio de Oliveira. **Infraestrutura energética e desenvolvimento sustentável: situação atual e alternativas para o estado de Roraima**. Porto Alegre, 2009. 84f. Dissertação (Mestrado profissional interinstitucional em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- MAY, Peter H.; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da. **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 318 p.
- MAYR, Ernst. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008. 428 p.
- PAVÃO, Augusto C. **Fontes alternativas de energia**. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/178/arquivos/Fontes%20Alternativas/aula_01.pdf>. Acessado em: 31 jan. 2014.
- REIS, Lineu Belico dos; FADIGAS, Eliane A. Amaral; CARVALHO, Cláudio Elias. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005. 415 p.
- PEREIRA, Jaido Santos; PEDROSA, Valmir de Albuquerque. **Recursos hídricos e desenvolvimento**. Disponível em: <http://capacitacao.ana.gov.br/Lists/Editais_Anexos/Attachments/23/05.RecursosHD-220909.pdf>. Acessado em: 16 abr. 2014.
- ROCHA, Laís Schiavon da; COSTA, Rozanda Guedes da Silva. **As vantagens e desvantagens das energias renováveis e não renováveis**. Disponível em: <<http://www2.unigranrio.br/recursos/documentos/ICJr/12ICJr.pdf>>. Acessado em: 31 jan. 2014.
- SOUSA, Robson Alexandro. **Tipos e fontes de energias alternativas e convencionais**. Disponível em: <http://www.ppgea.ufc.br/arquivos_download/FontesDeEnergia.pdf>. Acessado em: 31 jan. 2014.