

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

ENERGIA NUCLEAR: MITOS E CONFLITOS

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Paulo Roberto Bairros da Silva

Santa Maria, 2010

ENERGIA NUCLEAR: MITOS E CONFLITOS

por

Paulo Roberto Bairros da Silva

Monografia apresentada ao Curso de Especialização do Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito para obtenção do grau de **Especialista em Educação Ambiental**

Orientador: Profa. Damaris Kirsch Pinheiro

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

A Comissão Organizadora, abaixo assinada,
aprova a Monografia de Especialização

ENERGIA NUCLEAR: MITOS E CONFLITOS

elaborada por
Paulo Roberto Bairros da Silva

como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Educação Ambiental

COMISSÃO EXAMINADORA:

Damaris Kirsch Pinheiro, Dra.
(Presidente/Orientador)

Dionísio Link, Dr. (UFSM)

Toshio Nishijima, Dr.(UFSM)

Santa Maria, 27 de Março de 2010

Dedicado a todas pessoas que acreditam na capacidade de mudar sua realidade por meio do Trabalho. Dedicado também a todos que acreditam que o melhor da vida esta longe de ser uma estrada estreita, feita de cobiça, e que nunca passará por aqui. A minha família, a todos os meus verdadeiros amigos e a todas as mulheres que cruzaram meu caminho e que de alguma forma marcaram minha história no decorrer deste ultimo ano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos colegas do CESNORS (Anderson, Alana, Fernanda, Vitória, Arci, Cleomar, Eliane, João, Samuel, Fabrício e Francisco), a meus irmãos de APFP (Rafael, Tiago, Antonio, Frederico, Alvaro e Everton), aos amigos Antonio Dalmolin e Saul Schirmer pelos conselhos profissionais. Agradeço a todos que acreditam na minha capacidade de me superar e avançar na minha caminhada, apesar deste último ano ter sido bem difícil para mim, tem sido bom olhar o que passou e ver a vida que começo a fazer.

*Quem, de três milênios, não é capaz de se dar conta vive na
ignorância, na sombra, à mercê dos dias, do tempo.*

(Johann Wolfgang Von)

RESUMO

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria

ENERGIA NUCLEAR: MITOS E CONFLITOS

AUTOR: PAULO ROBERTO BAIROS DA SILVA
ORIENTADORA: DAMARIS KIRCSH PINHEIRO
Data e Local da defesa: Panambi, 27 de Março de 2010.

Pouco antes do fim do século XX, a percepção dominante no setor produtivo era de que os ambientes naturais constituíam fontes inesgotáveis de matérias-primas. Porém a partir de 1970, começa a ganhar corpo a idéia de que haveria uma incompatibilidade entre crescimento e meio ambiente, mediante a consciência de que os recursos são esgotáveis.

Em face desta problemática começou a tomar força a busca de novos Recursos Energéticos, dentre os quais a Energia Nuclear. Esse contexto propiciou a imersão de temores e de desconfiança, já que o surgimento da Energia Nuclear está ligado a Produção de Armamentos e a graves acidentes, sendo o tema visto como um 'Tabu'.

Acreditamos que a democratização e a divulgação da ciência dependem da liberdade de circulação das idéias e conhecimentos. Logo a socialização dos conhecimentos referentes à Energia Nuclear não representa apenas um processo de redução do desconhecimento mas sim um caminho para entendimento do que a população pensa sobre esta temática.

Assim propomos a apresentação em sala de aula de assuntos ligados a temáticas de Educação Ambiental, mais especificamente centramos nossa atenção em discutir a Energia Nuclear por meio da construção de uma Revista de História em Quadrinhos baseada nos textos que construímos.

A escolha da apresentação deste material no formato de Histórias em Quadrinhos deve-se a seu caráter lúdico e visa propiciar a construção de conhecimentos por parte dos alunos, já que este formato aparentemente facilita a apropriação dos assuntos por parte do leitor.

Palavras-chave: Educação Ambiental, Energia Nuclear, História em Quadrinhos.

ABSTRACT

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria

ENERGIA NUCLEAR: MITOS E CONFLITOS

AUTOR: PAULO ROBERTO BAIRROS DA SILVA
ORIENTADORA: DAMARIS KIRCSH PINHEIRO
Data e Local da defesa: Panambi, 27 de Março de 2010.

Shortly before the end of the twentieth century, the dominant perception in the productive sector was that the natural environments were inexhaustible sources of raw materials. However from 1970, begins to take shape the idea that there would be a mismatch between growth and environment, through the awareness that resources are exhaustible. In view of this problem began to take force to search for new energy resources, among which the nuclear energy. This context provided the immersion of fear and mistrust, since the emergence of nuclear energy is linked to production of Arms and serious accidents, the subject viewed as a 'Taboo'.

We believe that the democratization and dissemination of science depend on the free movement of ideas and knowledge. Soon the socialization of knowledge concerning nuclear energy is not only a process of reducing the ignorance but a way to understand what the people think about is irrelevant.

So we propose a presentation on classroom issues related to topics of environmental education, more specifically focus our attention on discussing the nuclear energy through the construction of a Magazine Comics based on the texts we have built.

The choice of presenting this material in the comic book is due to sue playful and seeks to foster the construction of knowledge by students, as apparently this format encourages ownership of the subject by the reader.

Keywords: Environmental Education, Nuclear Energy Comics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Processo de Irradiação.	19
Figura 2.2 - Cadeia Alimentar.....	20
Figura 5.1 - Reação em Cadeia.....	38
Figura 5.2 – Esquema de Usina Nuclear.....	40

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO A TEMÁTICA NUCLEAR NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	11
1.1	Justificativa.....	12
1.2	Objetivos da Pesquisa.....	13
1.3	Problemas de Pesquisa.....	14
1.4	Hipótese de Pesquisa.....	15
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	A Educação Ambiental em seu Contexto Legal.....	17
2.2	O Paradigma da Informação nas Áreas Ambientais.....	18
2.3	A Temática Nuclear como Discussão Ambiental.....	19
2.4	Crise Energética: Origens e Princípios num contexto Local e Global.....	21
2.5	O Pecado Capital da Sociedade Consumista: Luxuria.....	27
2.6	Entrevero de Recursos Energéticos: Quais as Possíveis Soluções.....	32
2.7	Por Dentro da Energia Solar: Desmistificando o Recurso.....	39
2.8	Energia Nuclear: Pesadelo ou Desinformação.....	44
3.	METODOLOGIA.....	51
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.	CONCLUSÕES.....	56
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
	ANEXOS.....	60

1 INTRODUÇÃO A TEMÁTICA NUCLEAR NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Através dos tempos a Produção Industrial, com o intuito de abastecer o crescente mercado consumidor de produtos manufaturados, tem representado crescimento econômico e tornado-se sinônimo de progresso, mesmo quando em detrimento de aspectos ambientais e sociais.

Pouco antes do fim do século XX, a percepção dominante no setor produtivo era de que os ambientes naturais constituíam fontes inesgotáveis de matérias-primas. Porém a partir de 1970, com a crise do petróleo, ganhou corpo na comunidade internacional a idéia de que haveria uma incompatibilidade entre crescimento e meio ambiente, mediante a consciência de que os recursos são esgotáveis.

Inicialmente a Energia Nuclear teve seu nome associado ao desenvolvimento de Armas de Destruição em massa. Somado a isso os grandes acidentes envolvendo usinas nucleares, como o de Chernobyl, na época, União Soviética, em 1986, estimularam o debate público e científico sobre a questão dos riscos nas sociedades contemporâneas da utilização de Energia Elétrica oriunda de atividades nucleares, além da geração de resíduos poluentes cujo prazo de degradação ultrapassa as escalas seculares.

Face à esta problemática começou a tomar corpo a idéia da busca de Recursos Energéticos Alternativos, capazes de garantir o abastecimento Energético das cada vez mais 'sedentas' Matrizes Produtivas. Dentro desse quadro encontramos a Energia Nuclear a qual inspira, desde o inicio de seu desenvolvimento durante a Segunda Guerra Mundial, muitos Mitos e Conflitos.

Esse contexto propiciou uma mudança na análise dos problemas ambientais oriundos a temática nuclear, os quais pela sua própria natureza tornaram-se temidos e difíceis de serem assimilados como parte da realidade global, sendo o tema visto como um 'Tabu' onde para ser discutido e apresentado deve-se necessariamente de forma dogmática referir-se aos seus riscos.

1.1 Justificativa

As atuais normativas oficiais para a Educação brasileira propõem que o Ensino, na Escola Média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação de fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação.

Nessa concepção o Ensino deve promover mais de que a fixação dos termos científicos; e sim privilegiar situações de aprendizagem que possibilitem aos alunos a formação de uma bagagem cognitiva.

No entanto, a prática tradicional de Ensino, orienta-se numa prática transmissivo-receptiva segundo a qual o professor, dominador de conhecimentos, transmite o conteúdo a seus alunos mediante a apresentação dessas na lousa, enquanto que ao aluno, cabe a tarefa de assistir passivamente os conhecimentos expostos pelo professor.

Acreditamos que devemos buscar estratégias mais eficazes de ensino que contribuam para a construção de elementos necessários a construção de conhecimento por parte de nossos educandos, como ressaltam os PCN+:

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística. (BRASIL, 2002, p.84).

1.2 Objetivos da Pesquisa

Construção de uma Revista de Histórias em Quadrinhos que sirva como material de apoio ao Professor e aos Alunos no debate do tema, bem como forneça subsídios teóricos suficientes para divulgação científica da Energia Nuclear, somado a isto, temos os seguintes objetivos:

- ✓ Promover um debate conceitualmente consciente sobre assuntos ligados a Energia Nuclear, tendo como base a visão da Educação Ambiental;
- ✓ Desmistificar 'Tabus' relativos à temática nuclear e reforçar de forma crítica e consciente os perigos inerentes em sua utilização;
- ✓ Contribuir para a formação crítica de Alunos e Professores de Ensino Médio no que se refere à abordagem de temas de caráter ambiental, bem como, sobre a importância do estudo da Energia Nuclear em função de seus usos na sociedade.

1.3 Problemas de Pesquisa

Sendo assim, nos resta definir quais perguntas pretendem ser respondidas por esta monografia, no sentido de caracterizá-la como trabalho de pesquisa, a saber:

- ✓ A divulgação de assuntos relativos a Energia Nuclear tendo como base a visão da Educação Ambiental pode contribuir para formação de educadores e educandos mais aptos e reflexivos a ponto de superarem as concepções ingênuas sobre o assunto?

- ✓ A Energia Nuclear pode centrar-se como Recurso Energético potencialmente viável em termos ambientais para suprir a crescente demanda energética?

- ✓ Tendo como base a Problemática Nuclear que leva em conta o ‘Temor’ de discutir o tema, muito provavelmente pelo desconhecimento do assunto ou por sua visão unicamente armamentista, pode-se superar este obstáculo de modo a tornar acessível informações sobre os assuntos de Energia Nuclear e suas aplicações em nosso cotidiano?

1.4 Hipóteses de Pesquisa

A Energia Nuclear deve ser vista como um provável substituinte das Fontes de combustíveis Fósseis na medida em que é o recurso até agora conhecido que mais libera energia por unidade massa, se comparado com as demais fontes de energia.

Além disso, com o aumento da temperatura média global, conhecido como Aquecimento Global, este processo apresenta-se como não gerador de gases que propiciam este aquecimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Atualmente a produção de trabalhos ligados a assuntos de Física Moderna e Contemporânea apresenta-se como uma tendência na área de Ensino de Física no país. Dentre estes trabalhos destaca-se o numero significativo de produções ligadas a temática da Energia Nuclear, sendo abordados desde seu ciclo produtivo até a implicações da sua escolha como recurso energético.

Embora a produção de trabalhos acadêmicos seja intensa sobre o assunto, ainda sim convivemos com a incoerência da maioria dessas propostas restringir-se ao ensino superior. O numero de trabalhos destinados ao ensino médio sobre o tema é insignificante e pouquíssimos apresentam aplicabilidades em sala de aula.

Mesmo no que se refere à literatura especifica destinada ao trabalho no ensino médio baseada em livros supostamente didáticos, encontramos pouco embasamento para discussão do tema Energia Nuclear. No entanto, nos últimos anos vislumbramos a abordagem de assuntos ligados a Energia Nuclear nos exames seletivos das instituições de Ensino Superior do País e no Exame Nacional do Ensino Médio.

2.1 A Educação Ambiental em seu Contexto Legal

Niderauer (2006) afirmou que o processo de reconhecimento da Educação Ambiental como política pública consolidou-se em abril de 1999, com o advento da Lei nº 9.795, que disciplina a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). Apresentando a Educação Ambiental como componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis, de maneira formal e não-formal. Vedando, o estabelecimento da educação ambiental como disciplina isolada, devendo ser tratada como tema transversal, permeando todas as áreas do saber, como um mecanismo que permita e facilite a passagem da realidade ambiental, dando um sentido social à práxis educativa.

Nesse sentido, a Educação Ambiental apresenta-se como um processo de Educação Política, devendo possibilitar a construção de conhecimentos e habilidades, bem como a formação de valores e atitudes que se transformam necessariamente em práticas de cidadania. Estas práticas podem garantir a construção e manutenção de uma sociedade sustentável, em que os recursos naturais são utilizados de forma coerente com o objetivo de se preservá-los para as presentes e futuras gerações.

A relação entre meio ambiente e educação para a cidadania assume um papel cada vez mais desafiador, demandando a emergência de novos saberes para apreender processos sociais que tornam-se complexos e riscos ambientais que se intensificam. Nesse contexto a Energia Nuclear se insere como tema desafiador, no sentido de propiciar a re-elaboração de assuntos de forma a perceber as relações entre as áreas como um todo.

2.2 O Paradigma da Informação nas áreas Ambientais

A democratização e a divulgação da ciência dependem da liberdade de circulação das idéias e conhecimentos. Logo a socialização dos conhecimentos referentes à Energia Nuclear não representa apenas um processo de redução do desconhecimento, mas sim um caminho para entendimento do que a população pensa sobre esta temática.

Os Avanços da Ciência e suas aplicações tecnológicas geram temor e desconfiança na sociedade. As dúvidas e interrogações multiplicam-se a cada dia com velocidade semelhante à admiração e ao encanto que, ao mesmo tempo, a própria ciência desperta em todo cidadão (CANDOTTI, 2001, p.05).

Nesse sentido Jacob (2003) afirmou que a produção de conhecimento deve necessariamente contemplar as inter-relações do meio natural com o social, incluindo a análise dos determinantes do processo, o papel dos diversos atores envolvidos e as formas de organização social que aumentam o poder das ações alternativas de um novo desenvolvimento, numa perspectiva que priorize novo perfil de desenvolvimento, com ênfase na sustentabilidade socioambiental.

Dessa forma a postura de não se responsabilizar em relação aos Problemas Ambientais por parte da População, bem como temê-los, decorre principalmente da desinformação, da falta de consciência ambiental e de um déficit de práticas comunitárias baseadas na participação e no envolvimento dos cidadãos.

Existe, portanto, a necessidade de incrementar os meios de informação e o acesso a eles, bem como o papel indutivo do poder público nos conteúdos educacionais, como caminhos possíveis para alterar o quadro atual de degradação. Neste sentido, o papel do Educador torna-se central, selecionando as informações, dentre elas, as ambientais, a fim de poder construir com seus alunos significados sobre o meio ambiente nas suas múltiplas determinações e intersecções.

2.3 A Temática Nuclear como Discussão Ambiental

Casos como os dos grandes acidentes envolvendo usinas nucleares e acidentes nucleares como o do Cézio 136 em Goiânia, Brasil e o de Chernobyl, na época, União Soviética, em 1986, estimularam o debate público e científico sobre a questão dos riscos nucleares nas sociedades contemporâneas. Na visão de Jacobi (2003), iniciou-se, a partir daí, uma mudança de escala na análise dos problemas ambientais, tornados mais freqüentes, os quais pela sua própria natureza tornam-se mais difíceis de serem previstos e assimilados como parte da realidade global.

Desde então os assuntos relacionados à Energia Nuclear tem sido amplamente debatidos em termos de literatura acadêmica na área de Ensino Física nos últimos anos, no entanto não se encontram propostas concretas de sua implementação em sala de aula, ou mesmo a presença de livros Didáticos destinados ao Ensino Médio que debatam de forma eficiente o tema, sendo relegada normalmente aos Textos de Divulgação Científica a abordagem desses assuntos a estudantes de ensino médio.

A Temática Nuclear apresenta vasta literatura em termos de Nível Superior, no entanto esta normalmente está ligada a uma linguagem matemática complexa e a ênfase de sua textualidade centra-se exclusivamente no caráter conceitual dos assuntos de Física Nuclear em prejuízo a ligações com o aspecto Ambiental.

A Física Moderna, e em particular a Energia Nuclear, tem se tornado alvo de vários estudos por pesquisadores da área de ensino nos últimos anos com vistas as suas incorporação no Ensino Médio.

Justifica a necessidade da atualização curricular nas escolas, nos 'colleges' e nas universidades norte americanas atestando a existência de uma dicotomia, proposta por dois físicos da Universidade de Maryland: Se um físico do século XIX fosse solicitado a Ensinar Física em um nível introdutório usando um texto atual, ele faria sem grandes dificuldades. Mas se este mesmo físico tentasse ler o Physical Review Letters ou falar sobre pesquisas atuais de física, isto seria impossível para ele. Em um estudo feito em 1964 comparando textos da época com um de 1850, encontrou-se pouca diferença entre eles quanto à organização de conteúdos. Aubrecht (1989 apud OSTERMANN, MOREIRA, 2000, p.04).

Ainda em Ostemann; Moreira (2000) pode-se encontrar uma pesquisa realizada pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins do CNPQ, em 1988, sobre a imagem da Ciências e a Tecnologia junto à população urbana brasileira (27 perguntas do tipo aberto respondidas por 2892 pessoas de todas as regiões urbanas brasileiras), verificou-se, por exemplo, que 25% acreditavam que uma usina nuclear só serve para fabricar bomba atômica e 21% não acreditavam ainda que o homem havia conseguido chegar a lua. Estes resultados demonstram a desinformação da população brasileira sobre temas ligados a Física Moderna, e em particular a Energia Nuclear, e reforçam a necessidade da inserção desses assuntos nos currículos escolares.

2.4 Crise energética: Origens e princípios num contexto Global e Local

Uma Sociedade Sustentável, no que diz respeito ao Meio Ambiente, atende às necessidades básicas de recursos de seu povo sem degradar ou exaurir o capital natural que fornece esses recursos. Do ponto de vista do homem, um recurso é qualquer coisa obtida do meio ambiente para atender necessidades e desejos, em nossa curta escala de tempo humana, classificamos os recursos materiais em Pereenes (como a luz do sol, vento e água corrente), Renováveis (como ar e água limpos, solos, produtos florestais e grãos) ou não renováveis (como combustíveis fósseis, metais e areia).

Segundo Miller (2007) os Recursos Não Renováveis existem em uma quantidade fixa na crosta terrestre. Em uma escala de tempo de milhões a bilhões de anos, os processos geológicos podem renovar tais recursos. Mas a escala de tempo de recursos humanos, de centenas a milhares de anos, esses recursos podem ser esgotados muito mais rápido do que são formados.

O Sol fornece ao nosso planeta luz e calor, e às plantas, a energia para produzir as substâncias químicas necessárias para o crescimento. Os animais obtêm a energia que precisam da energia química armazenada em plantas e nos tecidos animais que ingerem. Ao se alimentar, seu corpo transforma a energia armazenada nos alimentos em energia para fazer o que é preciso para continuar vivo, mover-se e pensar.

Existem várias formas de radiação eletromagnética, cada uma com um tipo de comprimento de onda (distância sucessiva entre picos e depressões da onda) e conteúdo de energia.

Tal radiação viaja pelo espaço na velocidade da luz, que é cerca de 300 mil quilômetros por segundo. A luz visível compõe a maior parte do espectro da radiação eletromagnética emitida pelo sol.

Em todas as alterações físicas e químicas, a Energia não é criada nem destruída, embora possa ser convertida de uma forma em outra. Essa lei física diz que

quando uma forma de energia é convertida em outra, em qualquer alteração física ou química, a entrada e a saída de energia são sempre as mesmas, essa é a Primeira Lei da Termodinâmica.

Ainda assim, se você encher o tanque de um carro com gasolina e dirigir até esgotá-lo, perdeu-se algo. Mas o que? A resposta é a qualidade da energia, a quantidade de energia disponível que pode realizar algum trabalho útil.

Sempre que a Energia muda de uma forma para outra, terminamos com menos energia utilizável do que tínhamos no início. Quando a Energia muda de uma forma para outra, alguma quantidade da energia útil é sempre degradada em energia de baixa qualidade, mais dispersa e menos útil, essa Lei física é denominada Segunda Lei da Termodinâmica. Essa energia degradada geralmente toma a forma de calor emitido ao ambiente a uma baixa temperatura. Lá, é dispersa pela movimentação aleatória das moléculas de ar e água e torna-se ainda menos útil como um recurso.

Segundo Muller (2007) ao dirigir um carro, por exemplo, somente 20% a 25% da energia química de alta qualidade disponível na gasolina são convertidos em energia mecânica (para impulsionar o veículo) e energia elétrica (para acionar os sistemas elétricos). Os 75% a 80% restantes são degradados em Energia de baixa qualidade, que é liberado no ambiente e em algum momento perdida no espaço.

Em sistemas vivos a Energia proveniente do sol é convertida em energia química e então em energia mecânica. Durante cada conversão, a energia de alta qualidade é degradada e flui no ambiente como calor de baixa qualidade.

Aproximadamente a bilionésima parte da energia emitida pelo Sol atinge a a Terra na forma de ondas eletromagnéticas, em sua maioria luz visível. A maior parte dessa energia é refletida de volta ou absorvida pelos elementos químicos na atmosfera do planeta. A energia solar percorre a biosfera aquece a atmosfera, evapora e recicla a água, gera o vento e sustenta o crescimento das plantas.



Figura 2.1 - Processo de Irradiação

Alguns organismos nos ecossistemas produzem alimentos ao passo que outros consomem. Os Produtores, por vezes chamados de autótrofos fabricam seu próprio alimento utilizando compostos obtidos de seu meio.

A maior parte dos produtores captura a luz solar para formar compostos complexos, como a glicose, por meio da fotossíntese. Apesar da ocorrência de centenas de reações químicas durante a fotossíntese, a reação geral pode ser resumida da seguinte maneira:

Dióxido de Carbono + Água + Energia Solar → Glicose + Oxigênio



Todos os demais organismos no ecossistema são consumidores, ou heterótrofos, que obtêm energia e nutrientes alimentando-se de outros organismos ou de restos orgânicos.

Os Decompositores, na maioria alguns tipos de bactérias e fungos, são consumidores especializados que reciclam matéria orgânica nos ecossistemas.

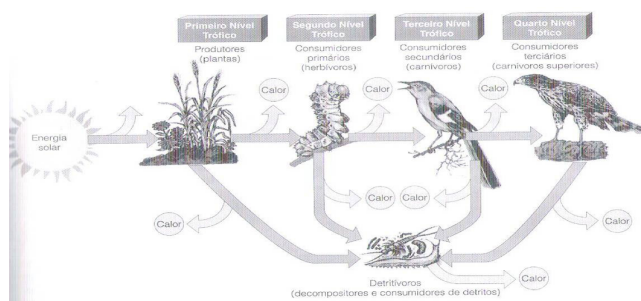


Figura 2.2 - Cadeia Alimentar

Perto de 99% da Energia que aquece a Terra e as edificações provém do Sol, o 1% restante vem principalmente da queima de combustíveis fósseis, sendo o petróleo o mais utilizado.

Nos últimos anos os constantes aumentos excessivos do preço do petróleo colocaram a discussão sobre a segurança de oferta no topo da agenda política e energética internacional. Uma das razões para a alta do preço do barril do petróleo se traduz pelo desnível entre o volume da sua produção e o das reservas recém descobertas, bem como o eminente esgotamento progressivo do suprimento de todos os combustíveis fósseis - petróleo, gás e carvão - e a conseqüente elevação dos custos de produção.

Segundo Bermann (2008) 81% da atual energética mundial é baseada nos combustíveis fósseis. As previsões para 2030 apontam para um cenário tendencial em que o petróleo manterá uma participação de 35% da oferta energética mundial, enquanto o carvão mineral responderá por 22% e o gás natural por 25%.

Na visão de Sachs(2008) a partir de 1981 o mundo começou a usar mais petróleo do que descobria. Em 2005, para cada cinco barris consumidos, só um foi encontrado, daí a tendência para alta dos preços do ouro negro.

Na verdade, não estamos ameaçados por uma escassez próxima do petróleo, já que os preços altos vão encorajar, por um lado, a exploração dos óleos pesados em jazidas de altas profundidade, alias tem sido a principal aposta da estatal brasileira Petrobrás que é líder mundial em extração de Petróleo em águas profundas. O perigo que ameaça a humanidade não é o de falta de Recursos Energéticos fósseis; bem ao contrário, ele provem da sobreabundância destes.

De qualquer modo, para Sachs (2008), nenhuma das transições energéticas do passado se fez por causa do esgotamento físico de uma fonte de energia. A história da humanidade pode ser sintetizada como a história da produção e alocação do excedente econômico, ritmada por revoluções energéticas sucessivas. Todas elas ocorreram graças à identificação de uma nova fonte de energia com qualidades superiores e custos inferiores. Assim aconteceu com a passagem da energia de biomassa (madeira, no caso) ao carvão e deste ao petróleo e gás natural.

O que diferencia o problema energético atual é que nenhum dos chamados recursos energéticos alternativos oferece, por enquanto, vantagens econômicas

claras com relação ao petróleo e seus derivados. Ao mesmo tempo, o imperativo ecológico vai, segundo tudo indica, atuar com uma força cada vez maior, à medida que se afinam os contornos da crise desencadeada pelas mudanças climáticas causada pela queima de combustíveis fósseis como o petróleo.

No Brasil esse debate também se apresenta de forma aguda. Segundo dados preliminares do Balanço Energético Nacional de 2007, apresentados por Sachs (2008) cerca de 45,8% a Matriz Energética do Brasil é renovável, frente aos 12,7% correspondentes à oferta energética mundial. No entanto, 75% da Energia Elétrica do País é gerada em grandes usinas hidroelétricas, o que provoca significativos impactos ambientais, tais como o alagamento dessas áreas e a conseqüente perda de biodiversidade local.

Os reservatórios brasileiros são projetados para enfrentar momentos de seca como o que o Brasil vive hoje. O ritmo de uso das águas do reservatório em um dado ano terá conseqüência nos anos seguintes, ou seja, na verdade não há sobras deste Recurso Energético, pois as águas represadas nos reservatórios serão transformados em energia no futuro.

Segundo Tolmasquim (2000) entre 1990 e 2000 o consumo cresceu 49%, enquanto a capacidade instalada foi expandida em apenas 35%. Se o Brasil não teve de racionar antes, foi porque utilizou no passado recente água guardada para ser consumida hoje. Com o uso das reservas os riscos de déficit foram aumentando, e esta situação foi denunciada nos meios de comunicação como 'Apagão Energético'.

O sistema elétrico brasileiro se caracteriza por uma gestão integrada das usinas. Como o Brasil é um país de dimensões continentais, algumas bacias hidrográficas estão sob regimes pluviométricos diferentes. A gestão integrada das usinas permite obter uma maior disponibilidade de energia, através de um sistema cooperativo, onde as regiões que tenham em um determinado período do ano excesso de água fornecem energia para as regiões onde haja falta de água.

Contudo, para que o país possa tirar proveito deste sistema interligado, é necessário que o sistema de transmissão acompanhe o crescimento da capacidade instalada.

Assim, a origem da crise energética brasileira foi devido à falta de investimentos em geração e em transmissão. Mas, porque os investimentos não foram

realizados? Tolmasquim (2000) explicou que neste período as empresas estatais tinham condições de investir. Contudo, a área econômica do governo não permitiu que eles realizassem os investimentos necessários, pois os investimentos das empresas estatais são contabilizados como despesas do governo nas contas públicas. Assim, mesmo sendo estes investimentos rentáveis, eles não são autorizados tendo em vista a meta de reduzir o déficit público visando atingir as metas estabelecidas pelo FMI (Fundo Monetário Internacional) credor do país naquele período.

Desde 1995, o setor de geração está aberto à iniciativa privada. Qualquer investidor, sob a condição independente, poderia construir novas usinas.

A expectativa governamental era de que o capital privado construísse termoeletricas usando gás natural importado da Bolívia. Porém a desvalorização cambial do início de 1999 enterrou qualquer perspectiva de investimento privado, já que o gás importado da Bolívia e os equipamentos (70% no caso da termoeletricas) praticamente duplicaram de preços.

De forma geral o que se pode concluir até o momento, é que houve um aumento em grande escala no consumo energético mundial e que há dependência de um recurso energético, denominado Petróleo, e que até o momento não se dispõe de alternativas economicamente viáveis para sua substituição.

Mas o que ocasionou este aumento absurdo no Consumo Energético Mundial nos últimos anos em relação há décadas anteriores? Este tema será discutido de forma aprofundada no próximo capítulo desta monografia.

2.5 O Pecado Capital da Sociedade Consumista: Luxúria

A industrialização das nações sempre foi vista como sinônimo de crescimento econômico e de prosperidade, no entanto neste processo o uso dos recursos naturais foi tomado como infinito e o mito do desenvolvimento anulou questões relativas aos sacrifícios ambientais decorrentes.

O ciclo que agrega a Extração, Produção, Distribuição, Consumo e Tratamento de Resíduos de determinado produto industrializado é conhecido como Economia de Materiais. Neste sistema entende-se que ocorre um deslocamento linear da matéria e aparentemente não existe nenhuma controvérsia neste modelo criado pelo Sistema Capitalista, mas como nos afirmam os ditos populares 'as aparências enganam', vive-se dentro de um Sistema em Crise, pois torna-se impossível gerir um sistema linear de crescente demanda de consumo em um planeta cujos recursos naturais são finitos.

Nesse sentido o Processo de Extração, que deve ser compreendido como exploração demasiada, de Recursos Naturais possibilita, por meio da dominação econômica por parte de governos e corporações, a usurpação de bens que mantiveram-se sob poder de comunidades locais ao longo de gerações. Somado a isso deve-se considerar que ao longo das últimas décadas se teve um 'disparo no gatilho' do consumo Energético Mundial principalmente associado à Produção de bens de consumo por atividades industriais.

Para Gore (2006) o rápido crescimento populacional, até o início dos anos 80, acarretou no aumento da demanda por alimentos, água, energia e por todos os nossos recursos naturais, no entanto, nas últimas décadas vivencia-se uma tendência oposta, que se concretiza pela redução dos índices de natalidade no mundo todo e pelo fato das famílias tornarem-se menores em número de membros. Mas aparentemente o aumento da demanda energética só se fez crescer, em proporções que tem extrapolados as previsões feitas por analistas a cinquenta anos atrás. Como se pode compreender este fenômeno?

É importante lembrar que a distribuição destes produtos industrializados no mercado se concretiza por meio da atividade conhecida como Venda, atividade que deve combinar estratégias de preços baixos (possibilitando que a venda torne-se a mais rápida possível) agregada a compras em constante movimento (alta frequência de aquisição de produtos pelos consumidores).

Mas como tornar pequeno o custo de produção de um produto fazendo com que este chegue a um valor competitivo no mercado e se destaque em termos de venda em relação a seus concorrentes? A resposta é um tanto surpreendente, o verdadeiro custo de produção de um bem de consumo não se reflete no seu preço, ou seja, não se paga o custo real daquilo que se compra.

Se tal hipótese é verdadeira, quem paga pelo que se compra? Ao longo da Economia de Materiais várias pessoas contribuem para o sucesso do sistema capitalista, seja pela exploração de sua mão de obra em termos salariais ou pela alta jornada de trabalho a que são expostos ou mesmo até por permitirem o saque das riquezas naturais de suas localidades.

A definição do Preço de Venda de um produto guarda em si outras estratégias que encobrem a percepção do indivíduo enquanto consumidor, como por exemplo a definição de preços psicológicos na qual se assegura ao consumidor que o produto é de qualidade superior aos seus concorrentes, ou tornar o Produto Cativo de forma a vender produtos inicialmente tenham um custo baixo para o consumidor e, posteriormente, retomar a lucratividade com a venda de recargas e refis, esses sim cativos com uma margem de lucratividade considerável.

A rotina as atividades de consumo numa sociedade consumista, como a que atualmente se habita, exigem a circulação constante de produtos, para se ter uma idéia deste fluxo Lenard afirmou no documentário A História das Coisas (2008) que 99% da produção de bens de consumo americana tornam-se alvo de descarte no lixo em menos de seis meses. Mas porque isso acontece? Na verdade isto não acontece de forma espontânea, foi planejado para ser assim.

Após a Segunda Guerra Mundial, governos e corporações passaram a adotar uma nova doutrina para impulsionar o crescimento econômico. Tal estratégia foi fundamentada teoricamente por Victor Lebourg ao desenvolver a tese de que as atividades de consumo deveriam ser vistas como uma forma de vida e de satisfação

pessoal. Este teórico afirmava que as coisas precisavam ser consumidas e descartada num ritmo cada vez maior, garantido assim a circulação econômica de capital.

Desde de então utilizam-se duas estratégias de cunho capitalista para manter a sociedade consumista, a saber: a Obsolescência Programada (elaboração de produtos que são construídos para o descarte, ou seja tornarem-se inúteis em pouco e precisam ser substituídos constantemente como por exemplo copos e sacolas plásticas ou até mesmo computadores) e a Obsolescência Perceptiva (que nos leva a descartar produtos obsoletos por mudanças em suas aparências ou acréscimo de funções em relação a sua versão mais antiga como por exemplo os celulares).

O processo capitalista visa sempre à expansão, neste sentido desenvolve estratégias de perpetuação das ações de consumo. O marketing é uma delas, sendo o fim geral desta estratégia tornar os consumidores 'eternos insatisfeitos' para continuarem comprando e mantendo o crescimento das empresas.

As estratégias de Marketing utilizadas pelas empresas por meio de anúncios de publicitários nos fornecem a idéia de que somos infelizes com o que temos, mas que isso pode mudar por meio da compra de um, ou vários, produtos.

O fenômeno do Consumo desenfreado (ou consumismo) esconde motivações invisíveis aos menos atentos e imperceptíveis em nosso cotidiano, mas que influenciam a quase totalidade de nossas ações. Neste contexto, a renovação acelerada dos objetos compensa, muitas vezes, a frustração de uma aspiração de progresso social ou cultural, ou reforça o sentido de pertencimento a determinado grupo, confirmando a posição e o status do indivíduo dentro da organização social (CRUZ, 2005, p.04).

O Consumismo representa um Estilo de Vida no qual indivíduo recebe pressão do meio onde se insere para aquisição de bens que lhe atribuam Posição Social e Status. Nesse processo exige-se seguir as tendências do momento, incorrendo no descarte ou substituição em um curto espaço de tempo do bem material adquirido para a aquisição de novos, estabelecendo uma condição de busca da felicidade em aparatos materiais.

Compreendemos a sociedade do consumo como aquela caracterizada pelo alto volume de produção e aquisição de bens que não atendem às necessidades básicas, mas a necessidades efêmeras que são socialmente produzidas pela propaganda, associada à elevada disponibilidade de crédito e ao conseqüente desenvolvimento do acúmulo de capital (RAMOS, 2008, p.02).

A sociedade de consumidores é freqüentemente apresentada em torno das relações entre o consumidor (sujeito cartesiano pensante que compara, percebe, examina e calcula) e a mercadoria (objeto cartesiano ao qual se atribui relevância). No entanto numa sociedade de consumidores, ninguém pode se tornar sujeito sem primeiro virar mercadoria, já que o principal motivo que estimula a atividade de consumo é sair da invisibilidade, destacando-se da massa e assim captar o olhar de seus semelhantes, tornando-se assim uma mercadoria desejável e desejada.

O objetivo crucial, talvez decisivo, do consumo na sociedade de consumidores (mesmo que raras vezes declarado com tantas palavras e ainda com menos freqüência debatido em público) não é a satisfação de necessidades, desejos e vontades, mas a comodificação ou recomodificação do consumidor: elevar a condição dos consumidores à mercadorias vendáveis (BAUMAN, 2008, p.76).

Cercados por todo os lados de sugestões de que precisam se equipar com um ou outro produto fornecido pelas lojas se quiserem ter a capacidade de alcançar e manter a posição social que desejam, consumidores de ambos os sexos, todas as idades e posições sociais sentem-se inadequados, deficientes e abaixo do padrão se não respondem aos apelos da mídia. Neste sentido consumir significa investir na inclusão social, o que numa sociedade de consumidores, traduz-se em 'vendabilidade'.

Expostos a um bombardeio contínuo de anúncios graças a uma média diária de três horas de televisão (metade de todo o seu tempo de lazer), os trabalhadores são persuadidos a 'precisar' de mais coisas. Para comprar aquilo de que agora necessitam, precisam de dinheiro. Para ganhar dinheiro, aumentam sua jornada de trabalho. Estando fora de casa por tantas horas, compensam sua ausência do lar com presentes que custam dinheiro. Materializam o amor. E assim continua o ciclo. Hochschild (2006 apud BAUMAN, 2008, p. 153).

A vendabilidade pessoal também pode ser observada em redes virtuais de relacionamento como o Orkut. No cerne dessas redes sociais está o intercambio de informações pessoais. Os usuários ficam felizes por revelarem detalhes íntimos de suas vidas pessoais e compartilham fotografias, tornando-se assim uma mercadoria mais fortemente atrativa.

O contexto da Sociedade Consumista trás à tona o agravamento (e a construção) da chamada Crise Energética, pois ao longo do ciclo da Economia de Materiais

a elaboração de um determinado bem de consumo exige o emprego de algum Recurso Energético, às vezes vários, em sua produção. Com a atual tendência de crescimento vertiginoso dos níveis de consumo de produtos e o seu rápido descarte para a aquisição de um novo em função da 'necessidade de venda pessoal' que o atual modelo de Sociedade nos impõe, aliado a produção de excedentes vislumbramos uma possível explicação para o agravamento da Crise Energética.

O Problema da Sociedade Consumista não centra-se na escassez, mas sim no excedente: excedente de consumo energético, por exemplo, empregado na confecção de produtos cujos excedentes no mercado refletem-se no colapso do sistema e em ações como a Obsolescência Pré-Programada.

2.6 Entrevero de Recursos Energéticos: Quais as Possíveis Soluções?

A Indústria Petrolífera representa o maior empreendimento de mercado mundial e o controle das Reservas Petrolíferas, representa a maior fonte individual de poder econômico global. Ainda não estamos sofrendo com a escassez de petróleo, mas como todo o recurso não renovável espera-se que com o esgotamento das reservas seu custo torne-se demasiadamente oneroso.

No quadro atual a resposta mais correta para este problema vem da diversificação da matriz de energia (quando falamos em matriz energética, estamos nos referindo ao conjunto de recursos de energia disponíveis no país e a forma com que são usados) que atualmente é altamente dependente dos derivados do petróleo. Essa equação inclui o tamanho da demanda, a disponibilidade dos recursos bem como a busca de um impacto ambiental mínimo.

A busca de um novo perfil energético mundial remete a padrões de consumo, estilos de vida, organização do espaço e do aparelho produtivo. Vislumbram-se que alguns Recursos Energéticos sejam capazes de substituir o petróleo, neste capítulo se traz uma breve análise de cada um destes, a saber:

2.6.1 Energia Solar

Diversos sistemas térmicos solares podem coletar e transformar a energia proveniente do Sol em energia térmica de alta temperatura, que pode ser convertida de forma direta (a energia proveniente do Sol pode ser convertida diretamente em energia elétrica por células fotovoltaicas denominadas células solares) ou indireta em energia elétrica (Fornos Solares).

Para Miller (2007) a Energia Solar é um Recurso Energético gratuito e de rápida instalação esta modalidade não emite dióxido de carbono, gás que atua no Efeito Estufa. Mas apresenta a desvantagem de necessitar-se contar com condições climáticas favoráveis, pois necessita de acesso ao sol a maior parte do tempo além do alto custo de implementação do sistema, que só poderá ser recompensado após anos de uso.

2.6.2 Gás Natural

O Gás Natural trata-se de um recurso não renovável, constituído primordialmente de metano, em geral, é encontrado sob reserva de petróleo cru. Trata-se de um combustível versátil, de baixo custo, de alto rendimento energético e o impacto ambiental provocado por ele, segundo o GREENPEACE (2009) é menor do que quando comparado com os demais combustíveis fósseis, mas mesmo assim libera na atmosfera o dióxido de carbono um dos gases responsáveis pelo Efeito Estufa.

2.6.3 Carvão

Combustível sólido formado pela decomposição de restos vegetais soterrados a milhões de anos submetidos a condições favoráveis de temperatura e pressão. Trata-se do Combustível Fóssil mais abundante no planeta e sua utilização se dá principalmente para conversão em eletricidade e para a produção de aço.

Segundo Velloso (2007) o principal componente do Carvão é o carbono, no entanto estão agregados a este material pequenas quantidades de enxofre, liberadas na atmosfera durante sua queima na forma de dióxido de enxofre, acarretando um impacto ambiental muito maior comparado ao uso de petróleo ou gás natural.

Apresenta a vantagem de possuir as maiores reservas em termos de Recursos Energéticos não renováveis, podendo suprir a demanda energética por vários anos.

2.6.4 Hidroeletricidade

A água corrente nos rios e córregos pode ser represada em reservatórios por trás de barragens e liberada conforme necessário para movimentar turbinas e converter a energia potencial gravitacional armazenada no sistema em Energia Elétrica.

O Brasil possui um grande potencial hídrico ainda não explorado completamente e este recurso energético tem um baixo custo de operação se comparado com os combustíveis de origem fóssil. No entanto, para Tolmasquim (2000), os custos para a construção de Hidroelétricas são altos e a obra causa um grande impacto ambiental ao alagar a terra para a formação de reservatórios.

Somado a isso temos as altas emissões de dióxido de carbono provenientes da decomposição de biomassa nos reservatórios e reduz o fluxo de fertilizantes naturais (como o silte) para as terras abaixo da represa.

2.6.5 Energia Eólica

A energia dos ventos pode ser explicada, em termos físicos, como aquela de origem cinética formada por massas de ar em movimento.

O maior aquecimento do planeta no equador do que nos pólos e a rotação da Terra criam correntes de ar conhecidas como vento. A energia associada ao deslocamento das massas de ar pode ser convertida em turbinas eólicas em Energia Elétrica.

Esse recurso energético tem sido valorizado devido ao fato de não emitir dióxido de carbono e de causar um pequeno impacto ambiental. No entanto o funcionamento do sistema prevê a necessidade de ventos constantes, já que os sistemas de armazenamento da energia elétrica por meio de baterias ainda é ineficiente pra grandes escalas e somado a isto se tem o inconvenientes como a poluição visual e o ruído provocado pelas torres eólicas quando instalada próximas a zonas povoadas.

Segundo analistas especialistas na área, Miller (2007), a energia eólica apresenta muitas vantagens em comparação a qualquer outro recurso energético. Nas palavras de Miller (2007), eles compreendem que existe 'dinheiro no vento' e que nosso futuro energético pode estar 'voando ao vento'.

2.6.6 Biocombustíveis

A utilização de Biodiesel representa um ganho ambiental significativo no que se refere à redução das emissões, o que observa-se também quando este encontra-se associado ao diesel derivado do petróleo. No entanto é relevante salientar que a utilização de biodiesel aumenta as emissões de óxidos de nitrogênio que reagem na atmosfera formando um conjunto de gases poluentes.

Nesse sentido como destaca Bermann (2008) uma maior participação do biodiesel na composição do combustível, especialmente se for utilizado nos principais centros urbanos, contribuirá para aumentar ainda mais os índices de saturação do ozônio na baixa altitude. Portanto ele acredita que devem ser realizados estudos para se comparar se o volume de subsídios que este combustível receberá será menor que os custos com a saúde pública que ocorreriam, caso não houvesse a inserção deste combustível na matriz energética brasileira.

A soja será uma das principais oleaginosas do programa de biodiesel, seu emprego é justificado por se tratar de uma das culturas mais bem sucedidas no território brasileiro e pelo discurso da geração de emprego e renda agregados a sua produção. Mas segundo Bermann (2008) entre os anos de 1996 e 2004 a produção de soja mais do que dobrou, enquanto que o número de trabalhadores envolvidos caiu pela metade.

Assim além de empregar pouco, essa monocultura, também apresenta uma dinâmica concentradora de terra, já que ao expandir-se a grande propriedade absorve as pequenas, fazendo com que seus proprietários migrem para outras regiões a procura de terras de menor custo.

Somado a isto, não se pode permitir que a expansão dos cultivares oleaginosos empregados na produção do biodiesel ameacem a produção de alimentos, pois alguns estudos já apontam a redução na produção de algumas culturas, como a do feijão em prol do aumento da expansão de monoculturas oleaginosas.

2.6.7 Biomassa

A Biomassa (matéria orgânica de origem mineral ou vegetal) é uma forma indireta de energia solar, pois consiste de compostos orgânicos combustíveis produzidos pela fotossíntese. Materiais como plantas e resíduos animais podem ser queimados e parte da energia liberada neste processo pode ser convertida em energia elétrica ou em biocombustíveis.

Uma das principais vantagens da biomassa segundo Sachs (2008) é o seu aproveitamento direto por meio da combustão da matéria orgânica em fornos ou caldeiras. Atualmente a biomassa vem sendo bastante utilizada na geração de eletricidade, principalmente em sistemas de co-geração (produção simultânea de calor e eletricidade) e no suprimento de eletricidade de comunidades isoladas de rede elétrica.

2.6.8 Álcool

Lançado em 1975 no Brasil, após a primeira crise mundial do petróleo, o Pro-álcool (Programa Nacional do Álcool) teve grande retomada a partir de 2003 com a entrada no mercado dos primeiros veículos *flex fuel*, que possibilitam a utilização de gasolina e/ou do álcool em proporções variadas.

Entre os benefícios do álcool quando comparado a gasolina e ao diesel, segundo Velloso (2007) estão à redução dos níveis de emissão de monóxido de carbono (gás tóxico que reduz sensivelmente a capacidade do sangue de transportar oxigênio causando problemas de oxigenação nos tecidos dos órgãos).

Mas a produção apresenta uma série de desvantagens tais como a utilização do expediente de queimadas, realizadas nos períodos secos, causando um significativo aumento das concentrações de monóxido de carbono (CO) e de ozônio (O₃), além de material particulado, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio e dióxidos de

carbono (CO₂), este na proporção de 2,1 toneladas por hectare de cana queimada. Na produção de um litro de álcool gasta-se 13 litros de água, e ainda sobram 12 litros de vinhoto, sub-produto extremamente poluente normalmente utilizado na adubação dos canaviais.

Na visão de Bermann (2008) no que se refere a possibilidade de substituição dos combustíveis fósseis pelos bicombustíveis, é absolutamente impossível que o etanol ou o biodiesel substituam os derivados de petróleo, dada a escala de terras agrícolas que essa substituição determinaria.

2.6.9 Hidrogênio

Ao ser queimado no ar ou em células de combustível, o hidrogênio se combina com o gás oxigênio no ar para produzir vapor de água não poluente. A ampla utilização do hidrogênio como forma de combustível eliminaria a maior parte dos atuais problemas de poluição do ar e reduziria as ameaças de aquecimento global, pois não emite dióxido de carbono, contanto que não seja produzido de combustíveis fósseis ou de outros compostos contendo carbono.

Mas segundo Miller (2007) existem alguns problemas para implantação do hidrogênio como combustível, pois este encontra-se quimicamente preso a água e em compostos orgânicos, sendo necessário o emprego de uma grande quantidade de energia para obtenção do hidrogênio puro. Em outras palavras o Hidrogênio não é um recurso energético e sim um combustível obtido utilizando-se energia.

Sendo assim os analistas de Recursos Energéticos insistem que a forma mais eficiente de se reduzir as emissões de gases que causam o efeito estufa é depender mais do vento, hidroeletricidade, e células solares em vez de utilizar essa energia para produzir hidrogênio, que é, em seguida queimado e convertido em eletricidade.

A ampliação da participação das energias renováveis na oferta mundial é desejável, mas não pode ser entendida atualmente como uma alternativa para a completa substituição das fontes energéticas tradicionais, visto que ainda não possuímos um Recurso Energético economicamente viável e seguro.

Na Matriz Energética brasileira, segundo Tolmasquim (2000), os derivados de petróleo ainda respondem por quase metade da energia consumida no país, sendo o óleo diesel o combustível mais usado no transporte nacional.

A busca por maior variedade na geração de energia vem desde a década de 60, quando o Regime Militar iniciou o Programa Nuclear Brasileiro. Seu resultado mais conhecido foi à instalação de duas usinas nucleares em Angra dos Reis no Rio de Janeiro.

A partir de agora a atenção estará centrada de forma mais específica na conversão de Energia Nuclear em Energia Elétrica, bem como nos impactos e benefícios advindos do uso deste Recurso Energético.

2.7 POR DENTRO DA ENERGIA NUCLEAR: DESMISTIFICANDO O RECURSO

Todos os materiais são formados por um numero limitado de **átomos**, cujo modelo tradicional representativo é composto por uma região externa denominada eletrosfera e uma central chamada de núcleo. Enquanto os elétrons da eletrosfera atômica gozam de certa mobilidade, as partículas que vivem dentro do núcleo ficam praticamente esfregando os 'cotovelos' umas nas outras, se os possuíssem, e é aprofundando-se cada vez mais na estrutura da matéria, procurando penetrar no interior do núcleo atômico, uma região misteriosa que ocupa somente uma pequena parcela do volume total do próprio átomo, que se dá início ao estudo da Energia Nuclear (GAMOW, 1980).

Pode-se observar aqui que, a despeito dos nomes diferentes, prótons e nêutrons, partículas que compõem o núcleo atômico, são agora considerados simplesmente como dois estados da mesma partícula pesada conhecida como núcleon (o próton é o núcleon de carga positiva e o nêutron o núcleon eletricamente neutro). De fato os prótons que formam cerca de metade da população nuclear total, carregam a carga elétrica positiva, sendo, em conseqüência, repelidos uns pelos outros devido as Forças Eletrostáticas de Coulomb, já que a Física nos ensina que cargas elétricas de volumes proporcionais e portadoras de mesma carga repelem-se.

Segundo Graça (2007) para núcleos mais leves, nos quais a carga elétrica é relativamente pequena, essa repulsão de Coulomb não tem conseqüências, mas no caso de núcleos mais pesados, altamente carregados, as Forças de Coulomb começam a oferecer certa resistência as Forças Coesivas de atração, que tentam manter o núcleo estável.

Quando tal acontece, o núcleo não é mais estável, e torna-se capaz de expulsar algumas partes componentes. É exatamente o que acontece a alguns elementos localizados na própria extremidade do sistema periódico, conhecidos como **Elementos Radioativos**.

As partículas emitidas neste processo são as partículas alfa (núcleos de hélio) isto é, partículas complexas construídas de dois prótons e dois nêutrons cada uma.

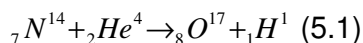
A explicação desse fato, segundo Hewitt (2002) reside no grupamento específico das partes componentes do núcleo. Parece que a combinação de dois prótons e dois nêutrons, para formar uma partícula alfa, é especialmente estável, sendo, portanto, muito mais fácil de arremessar o grupo inteiro de uma vez em lugar de quebrá-lo em prótons e nêutrons separados, este processo espontâneo é denominado de **Desintegração Nuclear**.

Na Desintegração Nuclear o núcleo de um elemento transforma-se no de um outro elemento ao ter sua carga elétrica mudada, pela emissão de radiação, mudando o número de prótons e/ou neutros. Este processo pode ocorrer sucessivamente, causando uma cadeia de desintegrações, até que resulte num elemento estável.

Na visão de Williams (1981) uma Transformação Nuclear é semelhante a uma reação química, no que se refere à formação de novas substâncias, com novas propriedades, contudo, os novos materiais são formados por alterações na identidade dos próprios átomos.

Tanto nas transformações como nas reações químicas e nucleares são, geralmente representadas por equações. Em tais equações, empregam-se símbolos ou fórmulas para representar as partículas que delas participam ou resultam.

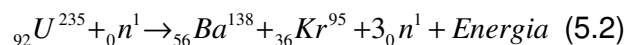
Nela os indicies inferiores correspondem ao número atômico da partícula, e os superiores ao número de núcleons que ela possui e em uma Reação Química aparecem os mesmos átomos em ambos os membros da equação, e em números iguais, isto não acontece em uma equação nuclear, ou seja, os mesmos símbolos atômicos não surgem necessariamente nos dois membros. Ao contrário, os fatores que permanecem constantes, em uma equação nuclear, são o número total de núcleons e a soma aritmética de cargas elétricas em ambos os membros, por exemplo na equação 5.1:



Nesta equação existe um total de nove (09) cargas elétricas e dezoito (18) nucleons em ambos os membros da equação.

Um outro modelo de Transformação Nuclear ocorre pela divisão do núcleo atômico, normalmente em dois pedaços menores e de massas comparáveis, com a liberação de uma tremenda quantidade de energia, este processo é chamado de **Fissão Nuclear**

Pela lei da conservação da energia, a soma das energias dos novos núcleos mais a energia liberada para o ambiente em forma de energia cinética dos produtos de fissão e dos nêutrons liberados deve ser igual à energia total do núcleo original, como na equação 5.2.



A energia emitida nesta reação pode ser calculada da seguinte forma:

$${}_{92}\text{U}^{235} = 235,0439 \text{ u.m.a}$$

$${}_0n^1 = 1,008665 \text{ u.m.a}$$

$$236,0526 \text{ u.m.a}$$

$${}_{56}\text{Ba}^{138} = 137,9050 \text{ u.m.a}$$

$${}_{36}\text{Kr}^{95} = 94,9 \text{ u.m.a}$$

$$3 \times {}_0n^1 = 3,025995 \text{ u.m.a}$$

$$235,8 \text{ u.m.a}$$

$$\text{Defeito de massa atômica} = 236,0526 - 235,8 = 0,3 \text{ u.m.a}$$

$$\text{Energia de Ligação Liberada} = 0,3 \text{ u.m.a} \times 931 \text{ Mev/u.m.a} = 300 \text{ Mev} \quad (5.3)$$

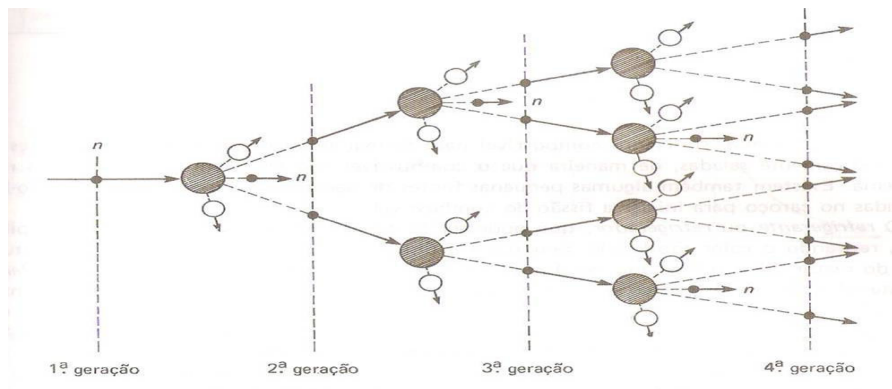


Figura 5.1 - Reação em Cadeia

Na Reação de Fissão Nuclear, o núcleo que serve de alvo pode-se romper de vários modos diferentes, mas em muitos casos, porém, podem ser emitidos dois ou três nêutrons no processo. É o que chama-se **Reação em Cadeia**. Se o material que cerca a reação for suficientemente puro e compacto, a reação é auto-sustentável.

A quantidade de dado núcleo fissionável necessária para tornar uma reação de fissão auto-sustentável é chamada de **Massa Crítica**.

Para Hewitt (2002) é justamente a Reação de Fissão Nuclear por meio de Reações em Cadeia controladas no interior de um equipamento denominado **Reator Nuclear**, que é responsável pela conversão do Combustível Nuclear, no Brasil normalmente o Urânio, em Energia. No Interior de um Reator Nuclear quando um nêutron atinge o átomo do Urânio Combustível, a ligação atômica se rompe, o núcleo se divide em dois, liberando radiação. Cada átomo libera também 2 ou 3 neutros, que vão dividir outros átomos, criando uma Reação em Cadeia, que é controlada por barras de boro e Cadmio, materiais que atraem nêutrons, são dispostas entre as pastilhas de urânio no reator, tornando a reação não auto-sustentada.

Uma corrente de água sob pressão atravessa o reator captando parte da energia liberada na forma de Calor durante a Fissão Nuclear. Esse fluido aquecido é encaminhado à outra câmara onde transfere parte de sua energia a água que superaquece e altera seu estado físico de líquido para vapor a alta pressão, que movimenta uma Turbina de um Gerador Elétrico, como numa Termoelétrica.

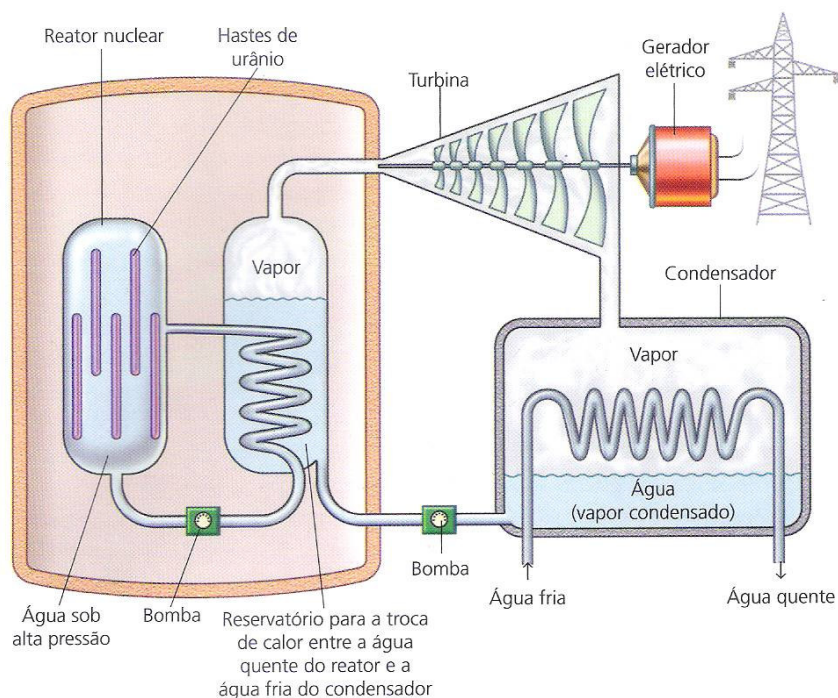


Figura 5.2 – Esquema de Usina Nuclear

Diferentemente de outros recursos energéticos a Energia Nuclear produz materiais radioativos que devem ser armazenados, até que sua radioatividade caia para níveis seguros. Além disso, quando o reator nuclear chega ao fim de sua vida útil (depois de 40 ou 60 anos) não pode ser fechado em abandonado como uma usina de queima de carvão. A grande quantidade de materiais radioativos que contém deve ser mantida longe do meio ambiente por milhares de anos.

2.8 Energia Nuclear: Pesadelo ou desinformação?

Nenhum outro Recurso Energético tem o passado tão marcado quanto a Energia Nuclear, já que sua origem é interligada a tecnologia que propiciou as bombas de Hiroshima e Nagasaki e que deixou o mundo em pânico diante da possibilidade da Destruição Total durante a Guerra Fria.

Um depoimento de um dos criadores da Física Quântica apresentado por Junior (1997), Max Born, ilustra essa súbita tomada de consciência das complexas relações entre ciência e sociedade. Ele declarou que: 'Em 1921, eu acreditava e compartilhava essa crença com muitos físicos contemporâneos, que a linguagem não ambígua da ciência era um passo rumo a um melhor entendimento entre os seres humanos. Em 1951, embora os físicos entendessem bastante bem uns aos outros por sobre as fronteiras nacionais, eles em nada contribuíram para melhorar o entendimento das nações, mas ao contrário, ajudaram no invento e aplicação das mais terríveis armas de destruição'.

Somado a isto, a desconfiança em relação a Energia Nuclear aumentou muito a partir de 1986, devido ao acidente ocorrido na Usina de Chernobyl. Na ocasião, a radioatividade se espalhou com o vento para a Rússia e atingiu até regiões distantes como a França e a Itália. Estima-se que pelo menos 4 000 pessoas, segundo a ONU, ou 200 000, segundo o Greenpeace (2009), tenham sido vítimas de doenças provocadas pela contaminação, como câncer de tireóide

Apesar de hoje haver indícios de que o acidente foi provocado por falhas humanas grosseiras nos procedimentos básicos de segurança e até mesmo por erros no projeto dos reatores, Chernobyl fez a energia nuclear virar sinônimo de desastre e destruição. Grupos ambientalistas fizeram dela seu principal inimigo.

Segundo Nattual apud Cavalcante (2007) a maioria das pessoas que tem uma visão negativa sobre a energia nuclear aponta sua ligação com as armas nucleares e enxerga tudo como parte do mesmo mal.

Acontece que, apesar de graves, os acidentes nucleares são muito mais raros e causam bem menos mortes do que se costuma imaginar. A indústria nuclear se gaba de ser um dos setores mais seguros para trabalhar. Em 2005, estatísticas citadas em Cavalcante (2007) do equivalente ao Ministério do Trabalho nos EUA revelaram que é mais seguro trabalhar em uma usina nuclear do que na maioria das fábricas, na construção civil e até no mercado financeiro. Se a comparação levar em conta a cadeia de produção de energia em minas de carvão e poços de perfuração de petróleo, o número de mortes em acidentes nucleares é estatisticamente insignificante.

Isso porque a tecnologia atual permite que os novos reatores sejam bem mais seguros dos que os construídos no passado. O reator de Chernobyl, por exemplo, funcionava num edifício comum, sem proteção especial, e tinha grafite entre seus componentes, elemento que entra em combustão quando aquecido demais e não possuía sistema duplo de ciclo de águas em seu aquecimento. Hoje, uma série de novos dispositivos tecnológicos interrompe automaticamente as operações capazes de colocar os reatores em risco.

Além disso, assim como acontece com a aviação civil mundial, os procedimentos de segurança da energia nuclear seguem protocolos rígidos que são alterados à descoberta de qualquer vulnerabilidade. "Se é identificada uma falha em um reator na França, toda a indústria tem que incorporar novos procedimentos", diz o físico Odair Dias da Costa, presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear, autarquia do governo federal que tem o monopólio no Brasil da mineração, produção e comércio de materiais radioativos.

Atualmente o mundo passou a sofrer com o gás carbônico emitido pelas fontes tradicionais de energia, como o petróleo e as usinas termoelétricas a carvão. Num mundo em que o aquecimento global é o grande problema, especialistas em energia estão fazendo perguntas incômodas para muitos ecologistas: será que a Energia Nuclear, apesar de todos os riscos e dos resíduos atômicos, não teria sido uma alternativa menos danosa ao meio ambiente do que as fontes que liberam gases causadores do efeito estufa e que colocam em risco todo o planeta? E mais: será que a Terra tem tempo para esperar por fontes alternativas como a solar e a eólica?

Na visão de Lovelock apud Cavalcante (2007) enquanto muitas pessoas continuavam amedrontadas diante das centrais atômicas, o aumento da emissão de dióxido de carbono na atmosfera teve um efeito muito pior, colocando o planeta agora à beira de uma catástrofe climática.

Segundo Cavalcante (2007), em 2003, após avaliar e pesquisar dados sobre o tema, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) em Cambridge, EUA, recomendou a expansão da energia nuclear por acreditar 'que essa tecnologia, apesar dos desafios que enfrenta, é uma alternativa importante para os EUA e para o mundo prover suas necessidades energéticas sem emitir dióxido de carbono e outros poluentes na atmosfera'. Somado aos que acreditam atualmente na Energia Nuclear temos Patrick Moore, um dos fundadores do Green Peace, passou a apoiar a energia tirada do núcleo dos átomos, a saber: 'Trinta anos depois, minha visão mudou. E acho que o movimento ecológico como um todo também deveria atualizar sua visão sobre o tema', afirmou ele num artigo no Washington Post no ano de 2006 citado por Cavalcante (2007).

O apontamento da Energia Nuclear como uma boa alternativa veio em maio, com o último Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), órgão da ONU criado para ser a autoridade mundial em aquecimento global. O IPCC é claro ao afirmar que a energia nuclear é fundamental para o planeta deixar de aquecer. "Os países devem centrar-se em sistemas de energia que não emitem carbono, como energias renováveis e nuclear", afirmou o relatório que é citado por Cavalcante (2007).

Mas ainda resta a pergunta: por que não investir em fontes de energia renováveis, como a Energia Solar, eólica e hidráulica, que não emitem carbono nem produzem lixo radioativo? Essa é a grande questão para os opositores da energia nuclear. Para o Greenpeace (2009), todo o discurso em prol do renascimento atômico não passa de oportunismo do setor para lucrar com o medo em torno do aquecimento global.

No entanto especialistas afirmam que o problema é que os Sistemas Renováveis, como captam energia diretamente da natureza, também são limitados por ela. Veja o caso da energia solar. Como armazenar eletricidade é caro e exige baterias imensas, cheias de metais pesados que poluem o meio ambiente, e os painéis

voltaicos só produzem pela incidência solar, não havendo outra forma de armazenamento energético.

Além disso, a energia solar tem um rendimento extremamente baixo para gerar eletricidade. Um exemplo é o centro de energia solar de Monte Alto, um dos maiores do mundo, inaugurado este ano na Espanha. Numa área de 55 campos de futebol, tem 889 estruturas de 50 e 100 m². Ao todo, são 52 000 módulos fotovoltaicos que geram no máximo 9 MW. Para gerar o mesmo que Angra 2 (1 350 MW), teria que ter 7,8 milhões de módulos, ocupando 7650 hectares - o mesmo que 7000 campos oficiais. Ah, claro, ainda seria preciso torcer para que fizesse sol em todos esses campos.

Já a Energia Eólica é mais fácil de ser captada, mas no entanto, ao contrário da água dos rios, o vento não pode ser represado. As usinas só funcionam em locais com ventos fortes e sua produção depende diretamente da quantidade deles. “Claro que se deve investir em energia eólica e solar, mas não é nenhum problema reconhecer que hoje elas são caras e pouco competitivas”, diz Maurício Tolmasquim, presidente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), do Governo Federal citado por Cavalcante (2007).

Das energias sustentáveis, a hidrelétrica é a que está mais à frente, claro que há desvantagens (áreas imensas alagadas, milhares de famílias desalojadas, extinção de espécies), mas elas podem ser resolvidas com tecnologias mais eficientes e não assustam tanto quanto o carbono na atmosfera ou o lixo radioativo. O grande problema é que a energia hidrelétrica é limitada aos rios que um país possui e pelo que acontecer com eles no futuro.

Mesmo o Brasil, país com um dos maiores potenciais hidrelétricos do mundo, tem motivos para se preocupar. O Ministério de Minas e Energia prevê que, em 23 anos, a população do Brasil vá para 238 milhões de habitantes, e que cada um deles consuma o dobro de energia, triplicando a eletricidade que o país precisa.

Não deixa de ser curioso o fato de que a França, cujos cidadãos são conhecidos pela ferrenha força de suas posições políticas, seja o país em que a Energia Nuclear encontra menos resistência na opinião pública.

A opção nuclear no país se deu logo após a primeira crise do petróleo, em 1973. Como a maior parte da energia elétrica francesa era gerada pela queima de

óleo, o preço do barril quatro vezes mais caro obrigou o governo a agir rápido, já que a França não tem capacidade hidrelétrica nem reservas de petróleo, gás ou carvão.

Até pouco tempo, quando os franceses eram questionados sobre a opção nuclear do país, a resposta era: “Sem petróleo, sem gás, sem carvão, sem escolha”. Hoje, tanto a esquerda quanto a direita aceitam a energia nuclear com naturalidade e o país conta com quase 60 usinas espalhadas em seu território, chegando a exportar energia para os vizinhos, sem nenhum acidente com vítimas há décadas.

Mesmo com os maciços subsídios governamentais, o ciclo do Combustível Nuclear é uma forma dispendiosa de se produzir eletricidade comparada a diversas Alternativas Energéticas.

Os ambientalistas e economistas argumentam que o custo da Energia Nuclear deve refletir todo o ciclo do combustível e não apenas os custos operacionais de usinas isoladas. Dessa forma, quando esses custos, incluindo o descarte de resíduos nucleares e o descomissionamento de usinas nucleares depreciadas) são considerados, o custo total de uma usina nuclear é extremamente alto em comparação a uma série de alternativas Energéticas.

No entanto, na contramão das opiniões menos embasadas sobre o tema, a Energia Nuclear apresenta-se não unicamente como artifício militar ou para a produção de Energia Elétrica, sua aplicabilidade abrange um número muito grande de áreas e está mais próximo ao cotidiano das pessoas do que imaginamos.

A indústria é uma das maiores usuárias de técnicas nucleares no Brasil, respondendo por cerca de 30% das licenças para utilização de fontes radioativas. A facilidade da penetração das radiações em diversos materiais, bem como a variação de sua atenuação com o meio que atravessa, tornam seu uso conveniente em medidores de nível, espessura e umidade.

Na indústria de papel, esses medidores são utilizados para garantir que todas as folhas tenham a mesma espessura, enquanto na indústria de bebidas a radiação é usada para controle de enchimento de vasilhames.

Uma ferramenta importante no tratamento e diagnóstico de doenças são os radiofármacos, que são obtidos a partir de radioisótopos produzidos em reatores

nucleares. Esses radioisótopos, em geral, associados a substâncias químicas (fármacos) que se associam a órgãos ou tecidos específicos do corpo humano.

Na medicina nuclear, os radiofármacos são injetados no paciente, concentrando-se no local a ser examinado e emitindo radiação que, por sua vez, é detectada no exterior do corpo por um instrumento apropriado, que pode transformar essa informação em imagens, permitindo ao médico observar o funcionamento daqueles órgãos.

As radiações nucleares são utilizadas também em diversas terapias, principalmente em tratamentos contra o câncer. Nesse caso o método de irradiação das células cancerosas tem por objetivo matá-las e impedir sua multiplicação.

Outra aplicação das radiações nucleares em Medicina é a irradiação de sangue com raios gama, método usado no sangue a ser ministrado em pacientes com deficiência imunológica, diminuindo o número de linfócitos (células de defesa) reduzindo a rejeição no transplante de órgãos.

Atualmente o Brasil não é independente na produção de radiofármacos, sendo que grande parte destes é importada de outros países, o que encarece o custo dos tratamentos médicos.

Irradiadores industriais são instalações com compartimentos onde o material a ser tratado é exposto à radiação que irá matar bactérias e micro-organismos, podendo ser usado como um processo de esterilização.

A exposição a radiação gama, não contamina os materiais irradiados nem os transforma em materiais radioativos. Portanto ao cessar o processo, não existe mais radiação nos materiais. Nos alimentos para o consumo humano, por exemplo, a radiação gama elimina micro-organismos patogênicos como a Salmonela. A irradiação de frutas, além de suprimir infestações indesejáveis, elevando a vida útil do produto e aumenta o tempo para seu consumo.

Outra aplicação na agroindústria brasileira é o uso da técnica de 'macho estéril' (técnica na qual são produzidos machos esterilizados da praga a ser combatida e que depois de soltos na região infestada, diminuindo a população ao afetar sua capacidade de reprodução) para o combate a pragas da lavoura.

A utilização de radioisótopos na pesquisa permite obter dados que seriam inviáveis por outros processos. Na pesquisa de plantas, por exemplo, os radioisótopos

permitem verificar a absorção de nutrientes e o efeito de microrganismos, enquanto no estudos de solos, possibilita observar os processos de infiltração da água no solo e a verificação da qualidade dos elementos constituintes do terreno.

O problema vem do fato de que alguns rejeitos radioativos derivados do urânio duram dezenas de milhares de anos, período em que devem ser mantidos em cápsulas ultra-seguras de concreto e chumbo, até a sua degradação.

Alguns defensores da Energia Nuclear pedem o desenvolvimento e a proliferação do uso dos reatores de fissão nuclear regeneradora, que geram mais combustível nuclear do que consomem, convertendo o urânio-238 não físsil em plutônio-239 físsil. Como os regeneradores utilizam mais de 99% do Urânio nos depósitos minerais, as reservas conhecidas de Urânio no mundo durariam pelo menos mil anos, ou talvez alguns milhares de anos.

Em dezembro de 1986, a França abriu um reator regenerador comercial, mas seu custo de produção e de operação foi tão alto que depois de gastar US\$ 13 bilhões o governo gastou mais de US\$ 2,75 bilhões para fechá-lo permanentemente em 1998, por causa dessa experiência, outros países abandonaram seus planos de construir reatores regeneradores comerciais em trabalho integral.

Para a energia nuclear seguir como uma fonte limpa e segura, também é preciso haver uma fiscalização mundial de como a tecnologia é usada, como afirma o físico José Goldemberg, ex-Ministro da Ciência e Tecnologia e um dos maiores especialistas em Energia Nuclear do Brasil: 'É difícil para as potências mundiais estimularem a produção de Energia Nuclear em seus países ao mesmo tempo em que querem controlar o uso dessa energia em nações como o Irã e a Coreia do Norte'. O problema segundo ele não é os países terem reatores nucleares, mas o de não estarem abertos para inspeções que garantam que essa é a finalidade única de seus programas atômicos.

Quem faz essa inspeção mundial é a Agência Internacional de Energia Atômica, organismo da ONU criado em 1957 e responsável pelo controle da disseminação da energia nuclear. O papel da agência não é o de impedir países de produzir energia nuclear, e sim o de assegurar que a tecnologia atômica desses países está sendo direcionada para fins pacíficos.

3 METODOLOGIA

As atuais normativas oficiais para a Educação brasileira propõem que o Ensino, na Escola Média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação de fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Nessa concepção o Ensino deve promover mais de que a fixação dos termos científicos; e sim privilegiar situações de aprendizagem que possibilitem aos alunos a formação de uma bagagem cognitiva.

No entanto, a prática tradicional de Ensino, orienta-se numa prática transmissivo receptiva segundo a qual o professor, dominador de conhecimentos, transmite o conteúdo a seus alunos mediante a apresentação dessas na lousa, enquanto que ao aluno, cabe a tarefa de assistir passivamente os conhecimentos expostos pelo professor.

Acredita-se que se deva buscar estratégias mais eficazes de ensino que contribuam para a construção de elementos necessários a construção de conhecimento por parte dos educandos, como ressaltam os PCN+:

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento aprendido através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística (BRASIL, 2002, p.84).

Assim se propõe a apresentação em sala de aula de assuntos ligados a temáticas de Educação Ambiental, mais especificamente se centra a atenção em discutir a Energia Nuclear por meio da construção de uma Revista de História em Quadri-nhos baseada nos textos que se constitui dos capítulo dois (2) ao seis (6) da presente monografia.

Os ensaios apresentados nestes capítulos procuraram integrar assuntos sobre Energia Nuclear pelo viés da Educação Ambiental integrando diferentes olhares de integração da ciência, tecnologia e sociedade.

De forma específica no Capítulo Dois (2) se apresenta um Texto Discursivo Argumentativo, situando a discussão Energética num contexto Global e Local permitindo uma breve introdução ao assunto, no Capítulo Três (3) um Texto Discursivo Argumentativo situando a discussão sobre como a Sociedade Consumista, na qual está inserido, influenciou a Crise Energética Mundial por meio de suas ações consumistas de satisfação individual, através da manipulação exercida pelos governos e corporações.

No Capítulo Quatro (04) se apresenta um Texto Discursivo Argumentativo sobre a discussão de Recursos Energéticos num contexto Global e Local, já no Capítulo Cinco (05) um Texto Discursivo Argumentativo situando a discussão sobre a Energia Nuclear dinamizando a sua estrutura de conceitual e relando as características deste recurso energético. Para avaliar as vantagens e desvantagens da energia nuclear, bem com o avaliar questões de segurança e economia relativas ao processo, é necessário saber como funciona uma usina nuclear convencional e o ciclo do combustível que a acompanha.

Encerrando a produção Textual se tem o Capítulo Seis (06) situando a discussão Energética Nuclear num contexto onde apresentem-se informações relevantes a utilização deste recurso, permitindo uma breve introdução ao assunto, que embora sintética, seja conceitualmente correta e permita auxiliar na construção de opinião por parte dos leitores do uso ou não da Energia Nuclear, levando em conta a visão da Educação Ambiental e seu caráter interdisciplinar.

A idéia para o plano de fundo dos quadrinhos se baseia em um estudo realizado por estudantes de nível superior, que encontram tempo em meio a sua rotina diária para realizarem uma reunião para discutirem o trabalho, que precisam apresentar em seminário posteriormente. A escolha desse foco leva em consideração que as pessoas não estão tão dispostas a pesquisar e se informar sobre os problemas energéticos e suas ramificações. A “desculpa” do trabalho é um meio mais plausível de trazer a tona o tema e atizar a curiosidade de nosso personagem principal Tobias, que posteriormente busca mais informações de forma independente, fora

do trabalho de classe. Ele busca sanar suas dúvidas com uma professora de física, após ficar sabendo por seu colega Pablo que ela entende bastante sobre o assunto, em sua universidade.

O resto segue de forma mais natural, com a professora de certa forma contente de poder conversar sobre o tema com alguém além de seus colegas de trabalho, alguém jovem que tem vontade de aprender e saber sobre o tema.

A história tem início quando é dado a turma de Tobias, um aluno universitário, um trabalho de pesquisa onde eles tem que levantar dados a respeito da causa da crise energética mundial e justificar com uma possível causa da crise. Tobias juntamente com Amanda e Pablo discutem sobre o trabalho expondo os dados coletados na pesquisa.

Após o trabalho, a curiosidade de Tobias em torno do problema energético persiste. Então é apresentado o fruto de seu estudo como se ele tivesse relembrando o que estudou num dia comum de sua rotina diária.

Pela falta de esclarecimentos sobre energia nuclear, que para ele parece ser uma boa alternativa para geração de energia e diminuição de poluentes, ele recorre a uma professora de física de sua universidade indicada pelo seu colega Pablo que já havia realizado um trabalho sobre energia nuclear. Ele então encontra a professora Andréa que lhe explica o funcionamento de reatores nucleares e as reações que compõem a geração de energia nuclear e lhe dá um material para ler que é parte de seu trabalho do passado. Ela diz para posteriormente discutirem mais a fundo sobre o tema, com base no material do trabalho dela.

Ao final, Tobias encontra novamente com a Professora Andréa e com sua colega de pesquisa Michele que também trabalhou na pesquisa que Andréa realizou. Neste capítulo eles discutem mais a fundo sobre energia nuclear e suas aplicações assim como os impactos de sua utilização.

A escolha da apresentação deste material no formato de Histórias em Quadrinhos (HQ) deve-se a seu caráter lúdico e visa propiciar a construção de conhecimentos por parte dos alunos, já que este formato aparentemente facilita a apropriação dos assuntos por parte do leitor.

Kamel & Rocque (2005) destacaram os resultados de um artigo publicado na Revista Nova Escola em 1998 sobre preferência de gênero de leitura entre crianças e

jovens entre 5 e 16 anos de idade, que confirmou que 100% dos alunos entrevistados gostam mais de ler quadrinhos do que qualquer outro tipo de publicação. O resultado dessa pesquisa confirma o que todo professor conhece na sua prática de sala de aula: as HQ proporcionam uma leitura prazerosa e espontânea.

Deve-se ter em conta que a análise das observações e interpretações dos alunos constituem um enfoque extremamente útil de ensino, pois permite que os estudantes exponham suas idéias em forma verbal, escrita e desenhada permitindo considerar a interpretação alternativa dos alunos sobre os assuntos de sala de aula.

Os Quadrinhos vem ocupar um espaço vazio em nossa literatura de divulgação científica com uma surpreendente vantagem: acoplando a leveza lúdica das histórias em quadrinhos com o saber científico. A primeira vista o leitor entra em um jogo delicioso envolvendo toda a brincadeira que os quadrinhos oferecem e aos poucos ela começa por instigar o leitor a querer penetrar em uma segunda leitura que o aspecto do divertimento esconde, mas que, no mesmo movimento cria a suspeita de sua existência.

Inicialmente se desenvolveu o Ante-Projeto de Pesquisa, o qual foi registrado no Gabinete de Projetos do Centro de Educação Norte - RS da Universidade Federal de Santa Maria sob o numero 024981. Dele participam a Profa. Dra. Damaris Kirsh Pinheiro como Orientadora, Paulo Roberto Bairros da Silva como Coordenador/Elaborador do Projeto, Antonio Teixeira Dalmolin e Carlos Eduardo Wagner de Oliveira como membros.

A idéia geral desta produção foi a criação de uma Revista em Quadrinhos que será distribuída em escolas da região de Panambi e de Frederico Westphalen, interior do Rio Grande do Sul, propiciando aos alunos de Ensino Médio destas regiões o contato com assuntos relativos a Energia Nuclear bem como a aproximação de discussões de caráter ambiental na visão da Educação Ambiental.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aparentemente a Energia Nuclear trata-se de recurso potencial capaz de substituir a crescente demanda energética, já que em 2003, após avaliar e pesquisar dados sobre o tema, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) em Cambridge, EUA, recomendou a expansão da energia nuclear por acreditar 'que essa tecnologia, apesar dos desafios que enfrenta, é uma alternativa importante para os EUA e para o mundo prover suas necessidades energéticas sem emitir dióxido de carbono e outros poluentes na atmosfera'.

Somado aos que acreditam atualmente na Energia Nuclear temos Patrick Moore, um dos fundadores do GREENPEACE, passou a apoiar a energia tirada do núcleo dos átomos, a saber: 'Trinta anos depois, minha visão mudou. E acho que o movimento ecológico como um todo também deveria atualizar sua visão sobre o tema', afirmou ele num artigo no Washington Post no ano de 2006 citado por Cavalcante (2007).

Aparentemente foi possível traçar uma aproximação dos usos da Energia Nuclear e seus usos na sociedade; como por exemplo na produção de radio fármacos, Irradiadores Industriais, Eliminação de Microorganismos Patogênicos, Aplicações na Agroindústria.

Finalizamos a Revista em Quadrinhos 'Energia Nuclear: Mitos e Conflitos' e acreditamos que as discussões apresentadas em nossa História em Quadrinhos sejam talvez o último contato formal dos estudantes do Ensino Médio com assuntos ligados a Energia Nuclear, e para uma grande parte também dos que seguem curso universitário.

5 CONCLUSÕES

Acreditamos que as discussões apresentadas em nossa HQ sejam, talvez o último contato formal dos estudantes do Ensino Médio com assuntos ligados a Energia Nuclear, e para um grande parte também dos que seguem curso universitário.

O momento político em que se vive no Brasil, exige cidadãos capacitados a realizarem escolhas conscientes, principalmente na área energética. Nosso país que já passou por uma crise energética a cerca de uma década, agora se preocupa com a diversificação de sua Matriz de Produção. Para tanto realizou investimento em termelétricas fomentadas por combustíveis fósseis como gás natural e carvão, porém esse processo tem encontrado inúmeros obstáculos, como o fato de que esse tipo de usina emite altas taxas de gases para a atmosfera, bem como as tensões geradas pela Bolívia que fornece o gás natural utilizado nestas usinas.

A questão da emissão de gases vem sendo exaustivamente discutida internacionalmente, portanto é um ponto crucial para futuros investimentos em Energia Nuclear.

Nesse contexto se acredita que a produção de um material cuja função seja a divulgação científica dentro de Escolas Públicas, visando a difusão de opiniões sobre a Energia Nuclear com o intuito de possibilitar aos estudantes a construção crítica de opiniões sobre o tema, bem como o seu posicionamento político e ideológico sobre o mesmo, possa contribuir para tornar acessível as informações necessárias na busca da construção de uma sociedade mais igualitária.

Nestes tempos em que a informação assume um papel cada vez mais relevante, ciberespaço, multimídia, internet, a Educação Ambiental através das HQ apresenta-se como a possibilidade de motivar e sensibilizar as pessoas para participação na defesa da qualidade de vida.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A HISTÓRIA DAS COISAS. Diretor Louis Fux. Apresentação de LEONARD, Annie. Documentário da Tides Foundation e do Free Range Studios. USA, 2008.

BAUMAN, Z. **Vida Para o Consumo: a Transformação das Pessoas em Mercadorias**. Rio de Janeiro: ZAHAR, 2008.

BERMANN, C. Crise Ambiental e as Energias Renováveis. **Revista Energia, Ambiente & Sociedade**. Campinas: EDUSP, 2008, p. 20-29.

BRASIL, Ministério da Educação e Secretária da Educação Básica: (2006). **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília/BRA: Editora do MEC

CANDOTTI, E. Divulgação e Democratização da Ciência. **Revista Ciência & Ambiente**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2001.

CAVALCANTE, R. Energia Nuclear: Esse vilão pode salvar a Terra. **Revista Superinteressante**. São Paulo: ABRIL, 2007.

CHASSOT, A. Século XX: A Ciência faz Maravilhas. **A Ciência Através dos Tempos**. São Paulo: MODERNA, 1994.

CRUZ, R. G. A Dimensão Simbólica da Mercadoria na Sociedade de Consumo: Um Olhar a Partir dos Pressupostos da Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2007. Disponível: <<http://www.furg.br/remea/cruz.pdf>>. Acessado em: 12 de julho de 2009.

CRUZ; S. M.; ZYLBERSTAJN, A.: O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Aprendizagem Centrada em Eventos. **Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

GAMOW, G. Dentro do Núcleo. **O Incrível Mundo da Física Moderna**. São Paulo: IBRASA, 1980.

GONÇALVES, O. D.; ALMEIDA, P. S. Energia Nuclear e Seus Usos na Sociedade. **Revista Ciência Hoje**. São Paulo: ABRIL, 2005.

GORE, A. **Uma Verdade Inconveniente**: O que devemos saber (e fazer) sobre o Aquecimento Global. Barueri: MANOLE, 2006.

GRAÇA, C. O. **Fundamentos Físicos da Fissão e da Fusão**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2007.

GREENPEACE. Cenário Energético Global: Perspectivas para uma Energia Global Sustentável. **Relatório [r]evolução energética**, 2009. Disponível em <www.greenpeace.org.br>, acessado em: 10/05/2009.

GREENPEACE. O Ciclo do Perigo Nuclear. **Relatório [r]evolução energética**, 2009. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br>>, acessado em 25/10/2009.

GRUPO DE ENSINO DE FÍSICA DA UFSM. **Física do Calor**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2000.

GRUPO DE ENSINO DE FÍSICA DA UFSM. **Física Nuclear**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2007.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física Térmica e Óptica**. São Paulo: Ed. EDUSP, 2005.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Porto Alegre: BOOKMAN, 2002.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa da USP**. São Paulo: EDUSP, 2003.

JUNIOR, O. F. Física Nuclear: O Próximo Passo. **O Universo dos Quanta: Uma Breve História da Física Moderna**. São Paulo: FTD, 1997.

KAMEL, C.; ROCQUE, L. Quadrinhos como Recurso Didático em Tópicos de Biociências e Saúde. **Revista Enseñanza de la Ciencias**. Barcelona: Instituto Enseñanza de las Ciencias, 2005.

MENEZES, L. C.; JÚNIOR, O. C. Radiações, materiais, átomos e núcleos. **Revista Ciências da Natureza e Matemática**. São Paulo: ESCOLAS ASSOCIADAS, 2007.

MILLER, G. T. **Ciência Ambiental**. São Paulo: THOMSON, 2007.

NIDERAUER; P. D. P.. **A Política Nacional de Recursos Hídricos e a Problemática Ambiental: Um Olhar da Educação Ambiental**. Santa Maria : Monografia Apresentada ao Curso de Especialização em Educação Ambiental da UFSM, 2006.

OKUNO, E.; CALDAS, I.; CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Editora Harbra, 1982.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **Uma Revisão Bibliográfica sobre a Área de Pesquisa 'Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**, 2000. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5>>. Acessado em 04/01/2009.

Ramos, C. Consumismo e Gozo: Uma Compreensão de ideologia entre T. W. Adorno e J. Lacan. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2008. Disponível: <<http://www.furg.br/remea/ramos.pdf>>. Acessado em: 12 de julho de 2009.

SACHS, I. A Revolução Energética do Século XXI. **Revista de Estudos Avançados**. São Paulo: EDUSP, 2008.

SILVA, C. P. A Sociedade de Consumo, o marketing e a produção de subjetividades: questões para a Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2007. Disponível: <<http://www.furg.br/remea/silva.pdf>>. Acessado em: 12 de julho de 2009.

SIQUEIRA, H. S. G.. Cultura de Consumo Pós-Moderna. **Jornal A Razão**. Santa Maria: Editado por A Razão, 2005.

TOLMASQUIM, M. As Origens da Crise Energética Brasileira. **Revista Ambiente & Sociedade**. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2000.

WILLIAMS, J. E. et al. Reações Nucleares. **Física Moderna**: Curso Programado. Rio de Janeiro: RENES, 1981

VELLOSO, R. P. O Nó Energético Global. **Revista Atualidades Vestibular**. São Paulo: ABRIL, 2007.

VELLOSO, R. P. As Fontes Tradicionais de Energia Caminham para o Esgotamento. **Revista Atualidades Vestibular**. São Paulo: ABRIL, 2007.

ZEPPONE, R. M. O. **Educação Ambiental: Teoria e Práticas Escolares**. São Paulo: JM, 1999.

ANEXO A - REVSITA EM QUADRINHOS

ENERGIA NUCLEAR: MITOS E CONFLITOS

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

EQUIPE DE ELABORAÇÃO

Coordenação de Projeto e Produção Textual: Paulo Bairros [paulo_bairros@yahoo.com.br]

Orientação: Damaris Kirsch Pinheiro [damariskp@gmail.com]

Adaptação e Arte: Carlos Eduardo Wagner de Oliveira [kaio_w_o@hotmail.com]

Revisão de arte e diagramação: Paulo Ricardo Wagner de Oliveira [betralium@hotmail.com]

Revisão: Marcos Alberto Wagner de Oliveira [kabofet@hotmail.com]

Colaboração: Antonio Marcos Teixeira Dalmolin [antoniodalmlin@gmail.com]

Saul Benhur Schirmer [sschirmer@gmail.com]

A TEMÁTICA NUCLEAR NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Através dos tempos a Produção Industrial, com o intuito de abastecer o crescente mercado consumidor de produtos manufaturados, tem representado crescimento econômico e tornado-se sinônimo de progresso, mesmo quando em detrimento de aspectos ambientais e sociais.

Pouco antes do fim do século XX, a percepção dominante no setor produtivo era de que os ambientes naturais constituíam fontes inesgotáveis de matérias-primas. Porém a partir de 1970, com a crise do petróleo, ganhou corpo na comunidade internacional a idéia de que haveria uma incompatibilidade entre crescimento e meio ambiente, mediante a consciência de que os recursos são esgotáveis.

Face à esta problemática começou a tomar corpo a idéia da busca de Recursos Energéticos Alternativos, capazes de garantir o abastecimento Energético das cada vez mais 'sedentas' Matrizes Produtivas. Dentro desse quadro encontramos a Temática Nuclear a qual inspira, desde o início de seu desenvolvimento durante a Segunda Guerra Mundial, muitos Mitos e Conflitos.

Inicialmente a Energia Nuclear teve seu nome associado ao desenvolvimento de Armas de Destruição em massa e somado a isso os grandes acidentes envolvendo usinas nucleares, como o de Chernobyl, na época, União Soviética, em 1986. Esse contexto propiciou uma mudança na análise dos problemas ambientais oriundos a temática nuclear, os quais pela sua própria natureza tornaram-se temidos e difíceis de serem assimilados como parte da realidade global, sendo o tema visto como um 'Tabu' onde para ser discutido e apresentado deve-se necessariamente de forma dogmática referir-se aos seus riscos.

Acreditamos que a democratização e a divulgação da ciência dependem da liberdade de circulação das idéias e conhecimentos. Logo, pensamos que a socialização dos conhecimentos referentes à Energia Nuclear possa reduzir o temor e a desconfiança da população em torno de sua utilização.

**CAPÍTULO 1 - CRISE ENERGÉTICA MUNDIAL:
ORIGENS E PRINCÍPIOS NUM CONTEXTO GLOBAL E LOCAL**



TOBIAS, PABLO E AMANDA SÃO ALUNOS UNIVERSITÁRIOS E RECEBERAM UM TRABALHO PARA FAZER UMA PESQUISA A RESPEITO DA CRISE ENERGÉTICA. DESTA FORMA, INICIA O INTERESSE DE TOBIAS COM RELAÇÃO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA E POSTERIORMENTE AO APROFUNDAMENTO SOBRE ENERGIA NUCLEAR.



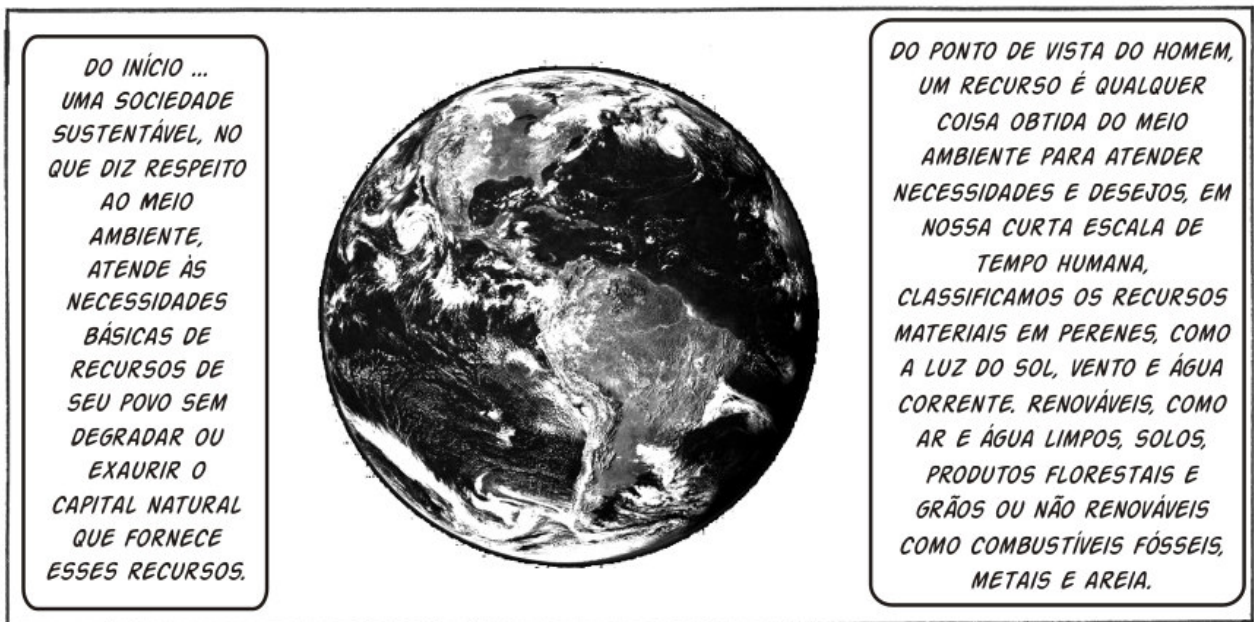
OPA, COMO FOI A AULA HOJE? E ONDE ESTÁ PABLO? ...



EU ESTOU MESMO É PREOCUPADA EM COMO VAMOS FAZER A APRESENTAÇÃO. NÃO LEMBRO DE QUASE NADA...

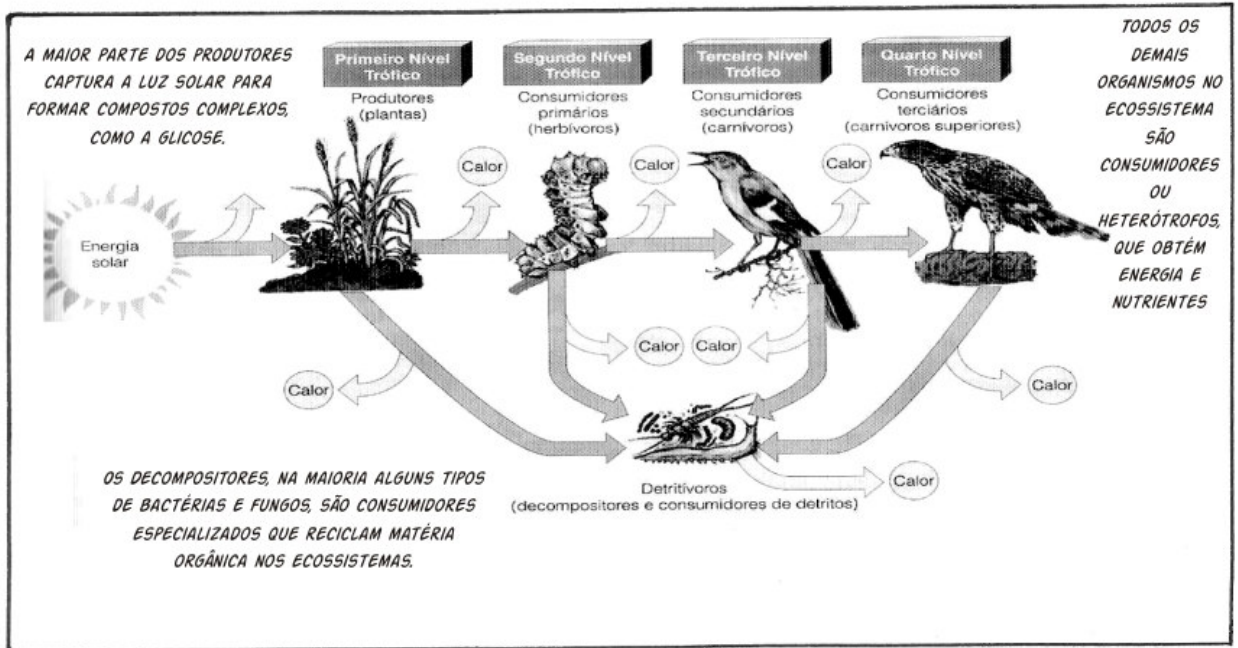


PABLO VAI ESTAR NO LUGAR ONDE MARCAMOS A REUNIÃO. ELE VAI DIRETO. QUANTO A APRESENTAÇÃO, PODE DEIXAR QUE EU TE EXPLICO O BÁSICO DO QUE FIZEMOS DO TRABALHO.



EM TODAS AS ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS, A ENERGIA NÃO É CRIADA NEM DESTRUÍDA, EMBORA POSSA SER CONVERTIDA DE UMA FORMA EM OUTRA. ESSA LEI FÍSICA DIZ QUE QUANDO UMA FORMA DE ENERGIA É CONVERTIDA EM OUTRA, EM QUALQUER ALTERAÇÃO FÍSICA OU QUÍMICA, A ENTRADA E A SAÍDA DE ENERGIA SÃO SEMPRE AS MESMAS. ESSA É A PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA.







SEGUNDO DADOS PRELIMINARES DO BALAN. O ENERGÉTICO NACIONAL, CERCA DE 45,8% DA MATRIZ ENERGÉTICA DO BRASIL É RENOVÁVEL, FRENTE AOS 12,7% CORRESPONDENTES À OFERTA ENERGÉTICA MUNDIAL. NO ENTANTO, 75% DA ENERGIA ELÉTRICA DO PAÍS É GERADA EM GRANDES USINAS HIDROELÉTRICAS.

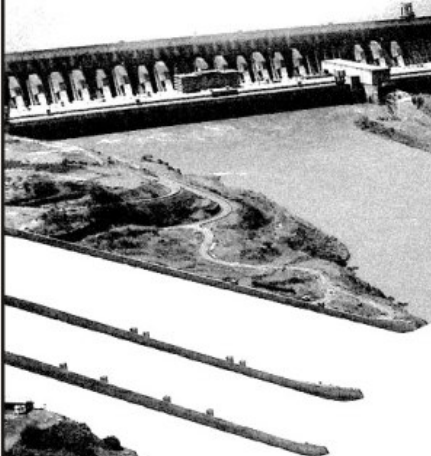


EMBORA NÃO EMITA GASES POLUENTES, AS HIDRELÉTRICAS CAUSAM SIGNIFICATIVOS IMPACTOS AMBIENTAIS, COMO O ALAGAMENTO DAS ÁREAS REPRESADAS E A CONSEQUENTE PERDA DE BIODIVERSIDADE LOCAL.



OS RESERVATÓRIOS BRASILEIROS SÃO PROJETADOS PARA ENFRENTAR MOMENTOS DE SECA COMO O QUE O BRASIL VIVE HOJE. O RITMO DE USO DAS ÁGUAS DO RESERVATÓRIO EM UM DADO ANO TERÁ CONSEQÜÊNCIA NOS ANOS SEGUINTE, OU SEJA, NA VERDADE NÃO HÁ SOBRAS DESTA RECURSO ENERGÉTICO, POIS AS ÁGUAS REPRESADAS NOS RESERVATÓRIOS SERÃO TRANSFORMADAS EM ENERGIA NO FUTURO.

SEGUNDO TOLMASQUIM, ENTRE 1990 E 2000, O CONSUMO CRESCER 49%, ENQUANTO A CAPACIDADE INSTALADA FOI EXPANDIDA EM APENAS 35%. SE O BRASIL NÃO TEVE DE RACIONAR ANTES, FOI PORQUE UTILIZOU NO PASSADO RECENTE ÁGUA GUARDADA PARA SER CONSUMIDA HOJE. COM O USO DAS RESERVAS OS RISCOS DE DÉFICIT FORAM AUMENTANDO, E ESTA SITUAÇÃO FOI DENUNCIADA NOS MEIOS DE COMUNICAÇÃO COMO 'APAGÃO ENERGÉTICO'.



O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO SE CARACTERIZA POR UMA GESTÃO INTEGRADA DAS USINAS. COMO O BRASIL É UM PAÍS DE DIMENSÕES CONTINENTAIS, ALGUMAS BACIAS HIDROGRÁFICAS ESTÃO SOB REGIMES PLUVIOMÉTRICOS DIFERENTES. A GESTÃO INTEGRADA DAS USINAS PERMITE OBTENIR UMA MAIOR DISPONIBILIDADE DE ENERGIA, ATRAVÉS DE UM SISTEMA COOPERATIVO, ONDE AS REGIÕES QUE TENHAM EM UM DETERMINADO PERÍODO DO ANO EXCESSO DE ÁGUA FORNECEM ENERGIA PARA AS REGIÕES ONDE HAJA FALTA DE ÁGUA. CONTUDO, PARA QUE O PAÍS POSSA TIRAR PROVEITO DESTA SISTEMA INTERLIGADO, É NECESSÁRIO QUE O SISTEMA DE TRANSMISSÃO ACOMPANHE O CRESCIMENTO DA CAPACIDADE INSTALADA.

ASSIM, A ORIGEM DA CRISE ENERGÉTICA BRASILEIRA FOI DEVIDO À FALTA DE INVESTIMENTOS EM GERAÇÃO E EM TRANSMISSÃO.

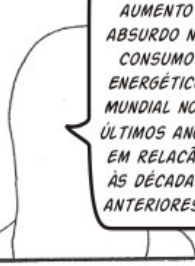


ESSE É O FOCO DA NOSSA REUNIÃO. PABLO CONSEGUE EXPLICAR MELHOR DO QUE EU ESSA PARTE.

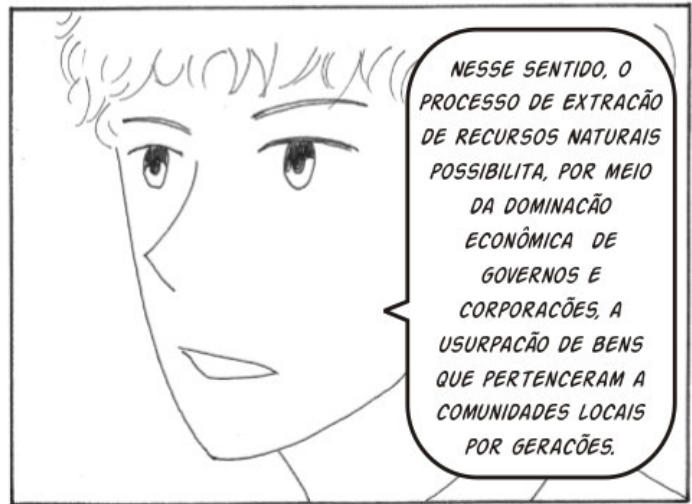
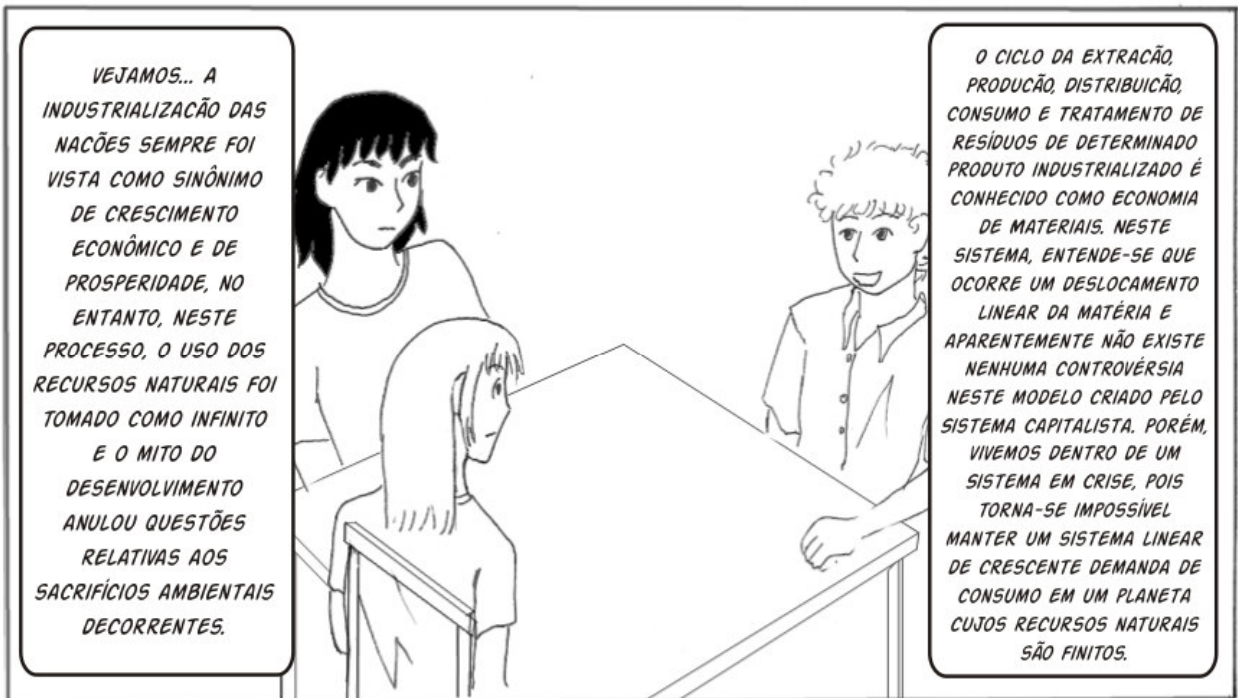


MAS O QUE OCACIONOU ESTE AUMENTO ABSURDO NO CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL NOS ÚLTIMOS ANOS EM RELAÇÃO ÀS DÉCADAS ANTERIORES?

ASSIM, NOSSOS ESTUDANTES SEGUEM SUA DISCUSSÃO ACERCA DO QUE OCACIONOU A CRISE ENERGÉTICA MUNDIAL.



CAPÍTULO 2 - O PECADO CAPITAL DA SOCIEDADE: LUXURIA





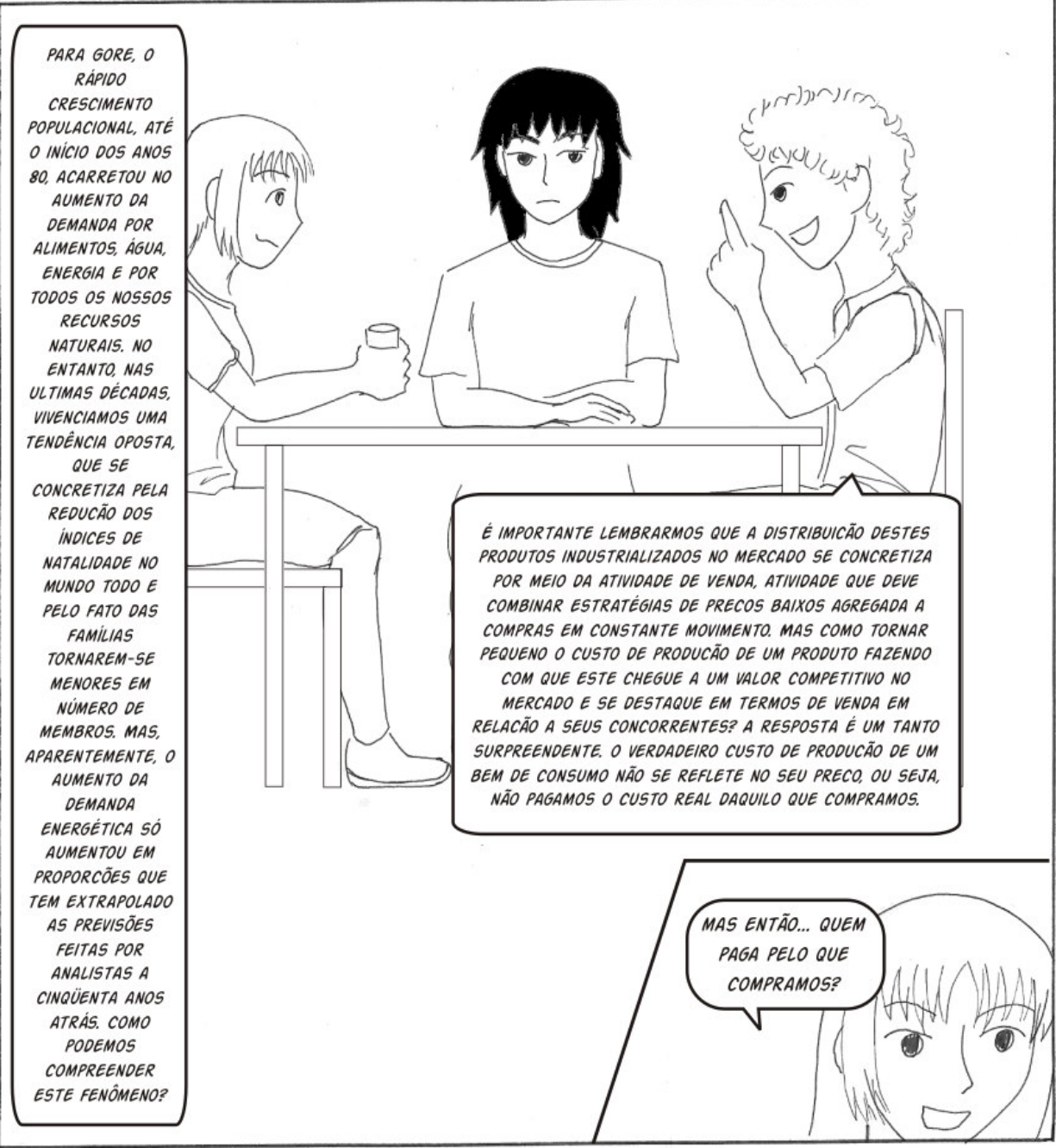
DESSA PARTE EU LEMBRO, TINHA ALGO RELACIONADO COM AUMENTO DA PRODUÇÃO...



SIM, AO LONGO DAS ÚLTIMAS DÉCADAS, TIVEMOS UM AUMENTO DO CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL PRINCIPALMENTE ASSOCIADO À PRODUÇÃO DE BENS DE CONSUMO POR ATIVIDADES INDUSTRIAIS.



ISSO MESMO TOBIAS.




PARA GORE, O RÁPIDO CRESCIMENTO POPULACIONAL, ATÉ O INÍCIO DOS ANOS 80, ACARRETOU NO AUMENTO DA DEMANDA POR ALIMENTOS, ÁGUA, ENERGIA E POR TODOS OS NOSSOS RECURSOS NATURAIS. NO ENTANTO, NAS ÚLTIMAS DÉCADAS, VIVENCIAMOS UMA TENDÊNCIA OPOSTA, QUE SE CONCRETIZA PELA REDUÇÃO DOS ÍNDICES DE NATALIDADE NO MUNDO TODO E PELO FATO DAS FAMÍLIAS TORNAREM-SE MENORES EM NÚMERO DE MEMBROS. MAS, APARENTEMENTE, O AUMENTO DA DEMANDA ENERGÉTICA SÓ AUMENTOU EM PROPORÇÕES QUE TEM EXTRAPOLADO AS PREVISÕES FEITAS POR ANALISTAS A CINQUENTA ANOS ATRÁS. COMO PODEMOS COMPREENDER ESTE FENÔMENO?

É IMPORTANTE LEMBRARMOS QUE A DISTRIBUIÇÃO DESTES PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS NO MERCADO SE CONCRETIZA POR MEIO DA ATIVIDADE DE VENDA, ATIVIDADE QUE DEVE COMBINAR ESTRATÉGIAS DE PREÇOS BAIXOS AGREGADA A COMPRAS EM CONSTANTE MOVIMENTO. MAS COMO TORNAR PEQUENO O CUSTO DE PRODUÇÃO DE UM PRODUTO FAZENDO COM QUE ESTE CHEGUE A UM VALOR COMPETITIVO NO MERCADO E SE DESTAQUE EM TERMOS DE VENDA EM RELAÇÃO A SEUS CONCORRENTES? A RESPOSTA É UM TANTO SURPREENDENTE. O VERDADEIRO CUSTO DE PRODUÇÃO DE UM BEM DE CONSUMO NÃO SE REFLETE NO SEU PREÇO. OU SEJA, NÃO PAGAMOS O CUSTO REAL DAQUILO QUE COMPRAMOS.

MAS ENTÃO... QUEM PAGA PELO QUE COMPRAMOS?







O CONSUMISMO REPRESENTA UM ESTILO DE VIDA NO QUAL O INDIVÍDUO RECEBE PRESSÃO DO MEIO ONDE SE INSERE PARA A AQUISIÇÃO DE BENS QUE LHE ATRIBUAM POSIÇÃO SOCIAL E STATUS. NESSE PROCESSO, EXIGE-SE SEGUIR AS TENDÊNCIAS DO MOMENTO, TERMINANDO NO DESCARTE OU SUBSTITUIÇÃO EM UM CURTO ESPAÇO DE TEMPO DO BEM MATERIAL ADQUIRIDO PARA A AQUISIÇÃO DE NOVOS, ESTABELECENDO UMA CONDIÇÃO DE BUSCA DA FELICIDADE EM BENS MATERIAIS.


A SOCIEDADE DE CONSUMIDORES É FREQUENTEMENTE APRESENTADA EM TORNO DAS RELAÇÕES ENTRE O CONSUMIDOR E A MERCADORIA. NO ENTANTO, NUMA SOCIEDADE DE CONSUMIDORES, NINGUÉM PODE SE TORNAR SUJEITO SEM PRIMEIRO VIRAR MERCADORIA, JÁ QUE O PRINCIPAL MOTIVO QUE ESTIMULA A ATIVIDADE DE CONSUMO É SAIR DA INVISIBILIDADE, DESTACANDO-SE DA MASSA E ASSIM CAPTANDO O OLHAR DE SEUS SEMELHANTES, TORNANDO-SE ASSIM UMA MERCADORIA DESEJADA.

O CONTEXTO DA SOCIEDADE CONSUMISTA TRÁS À TONA O AGRAVAMENTO E A CONSTRUÇÃO DA CRISE ENERGÉTICA, POIS AO LONGO DA ELABORAÇÃO DE UM DETERMINADO BEM DE CONSUMO, EXIGE O EMPREGO DE ALGUM RECURSO ENERGÉTICO, ÀS VEZES VÁRIOS, EM SUA PRODUÇÃO. COM A ATUAL TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO VERTIGINOSO DOS NÍVEIS DE CONSUMO DE PRODUTOS E O SEU RÁPIDO DESCARTE, TEMOS UMA POSSÍVEL EXPLICAÇÃO PARA O AGRAVAMENTO DA CRISE ENERGÉTICA.



TCHAU! ATÉ MAIS!

ATÉ MAIS PESSOAL! NOS VEMOS NA PRÓXIMA AULA PARA A APRESENTAÇÃO.



O PROBLEMA DA SOCIEDADE CONSUMISTA NÃO CENTRA-SE NA ESCASSEZ, MAS SIM NO EXCEDENTE, DE CONSUMO ENERGÉTICO, POR EXEMPLO, EMPREGADO NA CONFECÇÃO DE PRODUTOS CUJOS EXCEDENTES NO MERCADO REFLETEM-SE NO COLAPSO DO SISTEMA E EM AÇÕES COMO A OBSOLESCÊNCIA PRÉ-PROGRAMADA.

A INDÚSTRIA PETROLÍFERA REPRESENTA O MAIOR EMPREENDIMENTO DE MERCADO MUNDIAL E O CONTROLE DAS RESERVAS PETROLÍFERAS, REPRESENTA A MAIOR FONTE INDIVIDUAL DE PODER ECONÔMICO GLOBAL. AINDA NÃO ESTAMOS SOFRENDO COM A ESCASSEZ DE PETRÓLEO, MAS COMO TODO O RECURSO NÃO RENOVÁVEL, ESPERA-SE QUE COM O ESGOTAMENTO DAS RESERVAS SEU CUSTO TORNE-SE DEMASIADAMENTE ONEROSO.



NO QUADRO ATUAL, A RESPOSTA MAIS CORRETA PARA ESTE PROBLEMA VEM DA DIVERSIFICAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA QUE ATUALMENTE É ALTAMENTE DEPENDENTE DOS DERIVADOS DO PETRÓLEO. ESSA EQUAÇÃO INCLUI O TAMANHO DA DEMANDA, A DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS BEM COMO A BUSCA DE UM IMPACTO AMBIENTAL MÍNIMO. A BUSCA DE UM NOVO PERFIL ENERGÉTICO MUNDIAL REMETE A PADRÕES DE CONSUMO, ESTILOS DE VIDA, ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO E DO APARELHO PRODUTIVO.

VISLUMBRA-SE QUE ALGUNS RECURSOS ENERGÉTICOS SEJAM CAPAZES DE SUBSTITUIR O PETRÓLEO. FACAMOS UMA BREVE ANÁLISE DE CADA UM DELES.

ENERGIA SOLAR:
DIVERSOS SISTEMAS TÉRMICOS SOLARES PODEM COLETAR E TRANSFORMAR A ENERGIA PROVENIENTE DO SOL EM ENERGIA TÉRMICA DE ALTA TEMPERATURA, QUE PODE SER CONVERTIDA DE FORMA DIRETA (A ENERGIA PROVENIENTE DO SOL PODE SER CONVERTIDA DIRETAMENTE EM ENERGIA ELÉTRICA POR CÉLULAS FOTOVOLTAICAS DENOMINADAS CÉLULAS SOLARES) OU INDIRETA EM ENERGIA ELÉTRICA (FORNOS SOLARES).



TRATA-SE DE UM RECURSO ENERGÉTICO GRATUITO E DE RÁPIDA INSTALAÇÃO. ESTA MODALIDADE NÃO EMITE DIÓXIDO DE CARBONO, GÁS QUE ATUA NO EFEITO ESTUFA, MAS APRESENTA A DESVANTAGEM DE PRECISAR DE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS FAVORÁVEIS, POIS NECESSITA DE ACESSO AO SOL NA MAIOR PARTE DO TEMPO, ALÉM DO ALTO CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA, QUE SÓ PODERÁ SER RECOMPENSADO APÓS ANOS DE USO.

CAPÍTULO 3 - ENTREVISTAS DE RECURSOS ENERGÉTICOS MUNDIAIS: QUAIS AS POSSÍVEIS SOLUÇÕES DO PROBLEMA?

GÁS NATURAL: TRATA-SE DE UM RECURSO NÃO RENOVÁVEL, CONSTITUÍDO PRIMORDIALMENTE DE METANO, EM GERAL, É ENCONTRADO SOB RESERVA DE PETRÓLEO CRU.



É UM COMBUSTÍVEL VERSÁTIL, DE BAIXO CUSTO, DE ALTO RENDIMENTO ENERGÉTICO E O IMPACTO AMBIENTAL PROVOCADO POR ELE É MENOR DO QUE QUANDO COMPARADO COM OS DEMAIS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS, MAS MESMO ASSIM LIBERA NA ATMOSFERA O DIÓXIDO DE CARBONO, UM DOS GASES RESPONSÁVEIS PELO EFEITO ESTUFA.



CARVÃO: COMBUSTÍVEL SÓLIDO FORMADO PELA DECOMPOSIÇÃO DE RESTOS VEGETAIS SOTERRADOS A MILHÕES DE ANOS SUBMETIDOS A CONDIÇÕES FAVORÁVEIS DE TEMPERATURA E PRESSÃO. TRATA-SE DO COMBUSTÍVEL FÓSSIL MAIS ABUNDANTE NO PLANETA E SUA UTILIZAÇÃO SE DÁ PRINCIPALMENTE PARA CONVERSÃO EM ELETRICIDADE E PARA A PRODUÇÃO DE AÇO. O PRINCIPAL COMPONENTE DO CARVÃO É O CARBONO, NO ENTANTO, ESTÃO AGREGADOS A ESTE MATERIAL PEQUENAS QUANTIDADES DE ENXOFRE, LIBERADAS NA ATMOSFERA DURANTE SUA QUEIMA NA FORMA DE DIÓXIDO DE ENXOFRE, ACARRETANDO UM IMPACTO AMBIENTAL MUITO MAIOR COMPARADO AO USO DE PETRÓLEO OU GÁS NATURAL. APRESENTA A VANTAGEM DE POSSUIR AS MAIORES RESERVAS EM TERMOS DE RECURSOS ENERGÉTICOS NÃO RENOVÁVEIS, PODENDO SUPRIR A DEMANDA ENERGÉTICA POR VÁRIOS ANOS.



HIDROELETRICIDADE: A ÁGUA CORRENTE NOS RIOS E CÓRREGOS PODE SER REPRESADA EM RESERVATÓRIOS POR TRÁS DE BARRAGENS E LIBERADA CONFORME NECESSÁRIO PARA MOVIMENTAR TURBINAS E CONVERTER A ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL ARMAZENADA NO SISTEMA EM ENERGIA ELÉTRICA.



O BRASIL POSSUI UM GRANDE POTENCIAL HÍDRICO AINDA NÃO EXPLORADO COMPLETAMENTE, E ESTE RECURSO ENERGÉTICO TEM UM BAIXO CUSTO DE OPERAÇÃO SE COMPARADO COM OS COMBUSTÍVEIS DE ORIGEM FÓSSIL. NO ENTANTO, OS CUSTOS PARA A CONSTRUÇÃO DE HIDROELÉTRICAS SÃO ALTOS E A OBRA CAUSA UM GRANDE IMPACTO AMBIENTAL AO ALAGAR A TERRA PARA A FORMAÇÃO DE RESERVATÓRIOS. SOMADO A ISSO, TEMOS AS ALTAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO PROVENIENTES DA DECOMPOSIÇÃO DE BIOMASSA NOS RESERVATÓRIOS E REDUÇÃO DO FLUXO DE FERTILIZANTES NATURAIS PARA AS TERRAS ABAIXO DA REPRESA.



ENERGIA EÓLICA: A ENERGIA DOS VENTOS PODE SER EXPLICADA COMO AQUELA DE ORIGEM CINÉTICA FORMADA POR MASSAS DE AR EM MOVIMENTO. ESSA ENERGIA PODE SER CONVERTIDA EM ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DE TURBINAS EÓLICAS. ESSE RECURSO ENERGÉTICO TEM SIDO VALORIZADO DEVIDO AO FATO DE NÃO EMITIR DIÓXIDO DE CARBONO E DE CAUSAR UM PEQUENO IMPACTO AMBIENTAL. NO ENTANTO, O FUNCIONAMENTO DO SISTEMA PREVÊ A NECESSIDADE DE VENTOS CONSTANTES, JÁ QUE OS SISTEMAS DE ARMAZENAMENTO DA ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DE BATERIAS AINDA SÃO INEFICIENTE PARA GRANDES ESCALAS, E SOMADO A ISTO, TEMOS OS INCONVENIENTES COMO A POLUIÇÃO VISUAL E O RUÍDO PROVOCADO PELAS TORRES EÓLICAS QUANDO INSTALADAS PRÓXIMAS A ZONAS POVOADAS.



SEGUNDO ANALISTAS ESPECIALISTAS NA ÁREA, A ENERGIA EÓLICA APRESENTA MUITAS VANTAGENS EM COMPARAÇÃO A QUALQUER OUTRO RECURSO ENERGÉTICO....



NAS PALAVRAS DE MILLER, ELES COMPREENDEM QUE EXISTE 'DINHEIRO NO VENTO' E QUE NOSSO FUTURO ENERGÉTICO PODE ESTAR 'VOANDO AO VENTO'.

BIOCOMBUSTÍVEIS: É RELEVANTE SALIENTAR QUE A UTILIZAÇÃO DE BIODIESEL AUMENTA AS EMISSÕES DE ÓXIDOS DE NITROGÊNIO QUE REAGEM NA ATMOSFERA FORMANDO UM CONJUNTO DE GASES POLUENTES. NESSE SENTIDO, COMO DESTACA BERMANN, UMA MAIOR PARTICIPAÇÃO DO BIODIESEL NA COMPOSIÇÃO DO COMBUSTÍVEL, ESPECIALMENTE SE FOR UTILIZADO NOS PRINCIPAIS CENTROS URBANOS, CONTRIBUIRÁ PARA AUMENTAR AINDA MAIS OS ÍNDICES DE SATURAÇÃO DO OZÔNIO NA BAIXA ALTITUDE. PORTANTO, ELE ACREDITA QUE DEVEM SER REALIZADOS ESTUDOS PARA SE COMPARAR SE O VOLUME DE SUBSÍDIOS QUE ESTE COMBUSTÍVEL RECEBERÁ SERÃO MENORES QUE OS CUSTOS COM A SAÚDE PÚBLICA QUE OCORRERIAM CASO NÃO HOUVESSE A INSERÇÃO DESTA COMBUSTÍVEL NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.



A SOJA SERÁ UMA DAS PRINCIPAIS OLEAGINOSAS DO PROGRAMA DE BIODIESEL. SEU EMPREGO É JUSTIFICADO POR SE TRATAR DE UMA DAS CULTURAS MAIS BEM SUCEDIDAS NO TERRITÓRIO BRASILEIRO E PELO DISCURSO DA GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA AGREGADOS A SUA PRODUÇÃO. MAS SEGUNDO BERMANN, ENTRE OS ANOS DE 1996 E 2004, A PRODUÇÃO DE SOJA MAIS DO QUE DOBROU, ENQUANTO QUE O NÚMERO DE TRABALHADORES ENVOLVIDOS CAIU PELA METADE. ASSIM, ALÉM DE EMPREGAR POUCO, ESSA MONOCULTURA TAMBÉM APRESENTA UMA DINÂMICA CONCENTRADORA DE TERRA, JÁ QUE AO EXPANDIR-SE A GRANDE PROPRIEDADE ABSORVE AS PEQUENAS FAZENDAS COM QUE SEUS PROPRIETÁRIOS MIGRAM PARA OUTRAS REGIÕES À PROCURA DE TERRAS DE MENOR CUSTO. SOMADO A ISTO, NÃO SE PODE PERMITIR QUE A EXPANSÃO DOS CULTIVARES OLEAGINOSOS EMPREGADOS NA PRODUÇÃO DO BIODIESEL AMEAÇEM A PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, POIS ALGUNS ESTUDOS JÁ APONTAM A REDUÇÃO NA PRODUÇÃO DE ALGUMAS CULTURAS, COMO A DO FEIJÃO EM PROL DO AUMENTO DA EXPANSÃO DE MONOCULTURAS OLEAGINOSAS.

BIOMASSA: A BIOMASSA (MATÉRIA ORGÂNICA DE ORIGEM MINERAL OU VEGETAL) É UMA FORMA INDIRETA DE ENERGIA SOLAR, POIS CONSISTE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS COMBUSTÍVEIS PRODUZIDOS PELA FOTOSÍNTESE. MATERIAIS COMO PLANTAS E RESÍDUOS ANIMAIS PODEM SER QUEIMADOS E PARTE DA ENERGIA LIBERADA NESTE PROCESSO PODE SER CONVERTIDA EM ENERGIA ELÉTRICA OU EM BIOCOMBUSTÍVEIS.



UMA DAS PRINCIPAIS VANTAGENS DA BIOMASSA É O SEU APROVEITAMENTO DIRETO POR MEIO DA COMBUSTÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA EM FORNOS OU CALDEIRAS. ATUALMENTE, A BIOMASSA VEM SENDO BASTANTE UTILIZADA NA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE, PRINCIPALMENTE EM SISTEMAS DE CO-GERAÇÃO (PRODUÇÃO SIMULTÂNEA DE CALOR E ELETRICIDADE) E NO SUPRIMENTO DE ELETRICIDADE DE COMUNIDADES ISOLADAS DE REDE ELÉTRICA.



ÁLCOOL: LANÇADO EM 1975 NO BRASIL, APÓS A PRIMEIRA CRISE MUNDIAL DO PETRÓLEO, O PROÁLCOOL TEVE GRANDE RÉTOMADA A PARTIR DE 2003 COM A ENTRADA NO MERCADO DOS PRIMEIROS VEÍCULOS FLEX FUEL, QUE POSSIBILITAVAM A UTILIZAÇÃO DE GASOLINA E/OU DO ÁLCOOL EM PROPORÇÕES VARIADAS.



ENTRE OS BENEFÍCIOS DO ÁLCOOL QUANDO COMPARADO A GASOLINA E AO DIESEL, ESTÃO A REDUÇÃO DOS NÍVEIS DE EMISSÃO DE MONÓXIDO DE CARBONO. MAS A PRODUÇÃO APRESENTA UMA SÉRIE DE DESVANTAGENS, TAIS COMO A UTILIZAÇÃO DO EXPEDIENTE DE QUEIMADAS, REALIZADAS NOS PERÍODOS SECOS, CAUSANDO UM SIGNIFICATIVO AUMENTO DAS CONCENTRAÇÕES DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) E DE OZÔNIO (O3), ALÉM DE MATERIAL PARTICULADO, HIDROCARBONETOS, ÓXIDOS DE NITROGÊNIO E DIÓXIDOS DE CARBONO (CO2), ESTE NA PROPORÇÃO DE 2,1 TONELADAS POR HECTARE DE CANA QUEIMADA.



NA PRODUÇÃO DE UM LITRO DE ÁLCOOL, GASTAM-SE 13 LITROS DE ÁGUA, E AINDA SOBRA 12 LITROS DE VINHO, SUB-PRODUTO EXTREMAMENTE POLUENTE NORMALMENTE UTILIZADO NA ADUBAÇÃO DOS CANAVIAIS. NA VISÃO DE BERMANN NO QUE SE REFERE A POSSIBILIDADE DE SUBSTITUIÇÃO DOS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS PELOS BICOMBUSTÍVEIS, É ABSOLUTAMENTE IMPOSSÍVEL QUE O ETANOL OU O BIODIESEL SUBSTITUAM OS DERIVADOS DE PETRÓLEO, DADA A ESCALA DE TERRAS AGRÍCOLAS QUE ESSA SUBSTITUIÇÃO DETERMINARIA.

ESPERO QUE ESSA PROFESSORA DE FÍSICA QUE PABLO ME INDICOU POSSA ME ESCLARECER AS DÚVIDAS A RESPEITO DE ENERGIA NUCLEAR (NA FOLHA ANDREA, PREDIO 17 SALA 312)



HIDROGÊNIO: AO SER QUEIMADO NO AR OU EM CÉLULAS DE COMBUSTÍVEL, O HIDROGÊNIO SE COMBINA COM O GÁS OXIGÊNIO NO AR PARA PRODUIR VAPOR DE ÁGUA NÃO POLUENTE. A AMPLA UTILIZAÇÃO DO HIDROGÊNIO COMO FORMA DE COMBUSTÍVEL ELIMINARIA A MAIOR PARTE DOS ATUAIS PROBLEMAS DE POLUIÇÃO DO AR E REDUZIRIA AS AMEAÇAS DE AQUECIMENTO GLOBAL, POIS NÃO EMITE DIÓXIDO DE CARBONO, CONTANTO QUE NÃO SEJA PRODUIZIDO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS OU DE OUTROS COMPOSTOS CONTENDO CARBONO.



MAS EXISTEM ALGUNS PROBLEMAS PARA A IMPLANTAÇÃO DO HIDROGÊNIO COMO COMBUSTÍVEL, POIS ESTE ENCONTRA-SE QUIMICAMENTE PRESO A ÁGUA E EM COMPOSTOS ORGÂNICOS, SENDO NECESSÁRIO O EMPREGO DE UMA GRANDE QUANTIDADE DE ENERGIA PARA A OBTENÇÃO DO HIDROGÊNIO PURO. EM OUTRAS PALAVRAS, O HIDROGÊNIO NÃO É UM RECURSO ENERGÉTICO, E SIM UM COMBUSTÍVEL OBTIDO UTILIZANDO-SE ENERGIA. SENDO ASSIM, OS ANALISTAS DE RECURSOS ENERGÉTICOS INSISTEM QUE A FORMA MAIS EFICIENTE DE SE REDUZIR AS EMISSÕES DE GASES QUE CAUSAM O EFEITO ESTUFA É DEPENDER MAIS DO VENTO, HIDROELETRICIDADE, E CÉLULAS SOLARES EM VEZ DE UTILIZAR ESSA ENERGIA PARA PRODUIR HIDROGÊNIO, QUE É EM SEGUIDA QUEIMADO E CONVERTIDO EM ELETRICIDADE.

A AMPLIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA OFERTA MUNDIAL É DESEJÁVEL, MAS NÃO PODE SER ENTENDIDA ATUALMENTE COMO UMA ALTERNATIVA PARA A COMPLETA SUBSTITUIÇÃO DAS FONTES ENERGÉTICAS TRADICIONAIS, VISTO QUE AINDA NÃO POSSUÍMOS UM RECURSO ENERGÉTICO ECONOMICAMENTE VIÁVEL E SEGURO. NA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA, OS DERIVADOS DE PETRÓLEO AINDA RESPONDEM POR QUASE METADE DA ENERGIA CONSUMIDA NO PAÍS, SENDO O ÓLEO DIESEL O COMBUSTÍVEL MAIS USADO NO TRANSPORTE NACIONAL.



AGORA SÓ FALTAM OS DETALHES DA ENERGIA NUCLEAR.

A BUSCA POR MAIOR VARIEDADE NA GERAÇÃO DE ENERGIA VEM DESDE A DÉCADA DE 60, QUANDO O REGIME MILITAR INICIOU O PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO. SEU RESULTADO MAIS CONHECIDO FOI À INSTALAÇÃO DE DUAS USINAS NUCLEARES EM ANGRA DOS REIS NO RIO DE JANEIRO. A PARTIR DE AGORA, CENTRAREMOS NOSSA ATENÇÃO DE FORMA MAIS ESPECÍFICA NA CONVERSÃO DE ENERGIA NUCLEAR EM ENERGIA ELÉTRICA, BEM COMO NOS IMPACTOS E BENEFÍCIOS ADVINDOS DO USO DESTE RECURSO ENERGÉTICO.

CAPÍTULO 4 - POR DENTRO DA ENERGIA NUCLEAR: DESMISTIFICANDO O RECURSO ENERGÉTICO



VAMOS A OUTRA SALA PARA CONVERSAR. ENQUANTO ISSO, UMA INTRODUÇÃO BÁSICA...



TODOS OS MATERIAIS SÃO FORMADOS POR UM NÚMERO LIMITADO DE ÁTOMOS, CUJO MODELO É COMPOSTO POR UMA REGIÃO EXTERNA DENOMINADA ELETROSFERA E UMA CENTRAL CHAMADA DE NÚCLEO. ENQUANTO OS ELÉTRONS DA ELETROSFERA ATÔMICA GOZAM DE CERTA MOBILIDADE, AS PARTÍCULAS QUE VIVEM DENTRO DO NÚCLEO FICAM ESFREGANDO OS 'COTOVELO' UMAS NAS OUTRAS.

PODE-SE OBSERVAR AQUI QUE PRÓTONS E NÊUTRONS, PARTÍCULAS QUE COMPÕE O NÚCLEO ATÔMICO, SÃO AGORA CONSIDERADOS SIMPLEMENTE COMO DOIS ESTADOS DA MESMA PARTÍCULA PESADA CONHECIDA COMO NÚCLEON, SENDO O PRÓTON O NÚCLEON DE CARGA POSITIVA, E O NÊUTRON O NÚCLEON ELETRICAMENTE NEUTRO.



DE FATO, OS PRÓTONS QUE FORMAM CERCA DE METADE DA POPULAÇÃO NUCLEAR TOTAL SÃO REPELIDOS UNS PELOS OUTROS EM CONSEQUÊNCIA DE SUA CARGA ELÉTRICA POSITIVA E AS FORÇAS ELETROSTÁTICAS DE COULOMB. JÁ QUE A FÍSICA NOS ENSINA QUE CARGAS ELÉTRICAS DE VOLUMES PROPORCIONAIS E PORTADORAS DE MESMA CARGA REPELEM-SE.



PARA NÚCLEOS MAIS LEVES, NOS QUAIS A CARGA ELÉTRICA É RELATIVAMENTE PEQUENA, ESSA REPULSÃO DE COULOMB NÃO TEM CONSEQUÊNCIAS, MAS NO CASO DE NÚCLEOS MAIS PESADOS, ALTAMENTE CARREGADOS, AS FORÇAS DE COULOMB COMEÇAM A OFERECER CERTAS RESISTÊNCIAS ÀS FORÇAS COESIVAS DE ATRAÇÃO, QUE TENTAM MANTER O NÚCLEO ESTÁVEL.



QUANDO TAL ACONTECE, O NÚCLEO NÃO É MAIS ESTÁVEL, E TORNA-SE CAPAZ DE EXPULSAR ALGUMAS PARTES COMPONENTES. É EXATAMENTE O QUE ACONTECE A ALGUNS ELEMENTOS LOCALIZADOS NA PRÓPRIA EXTREMIDADE DO SISTEMA PERIÓDICO, CONHECIDOS COMO ELEMENTOS RADIOATIVOS.

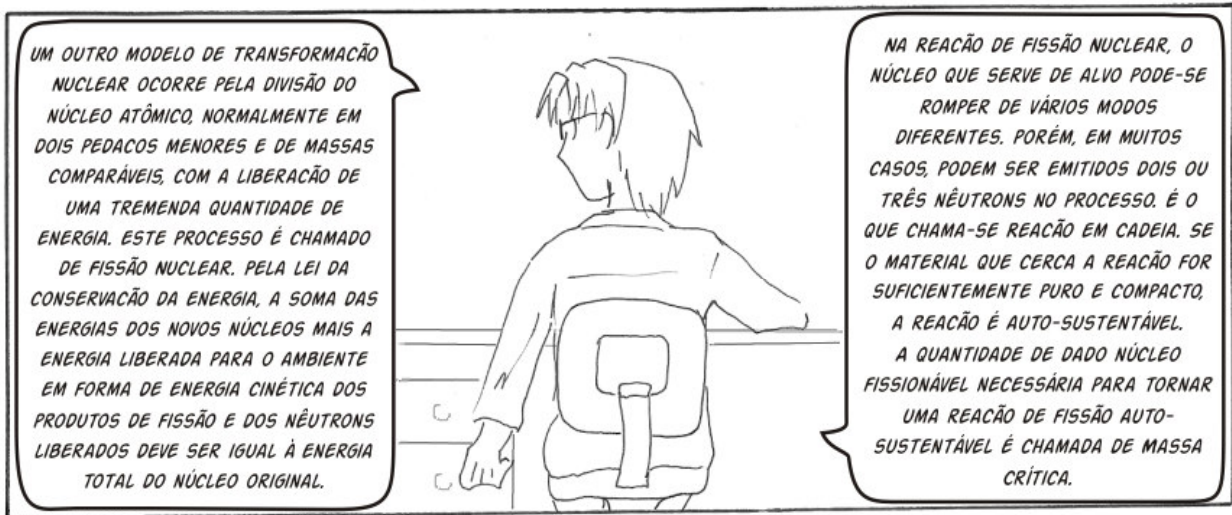
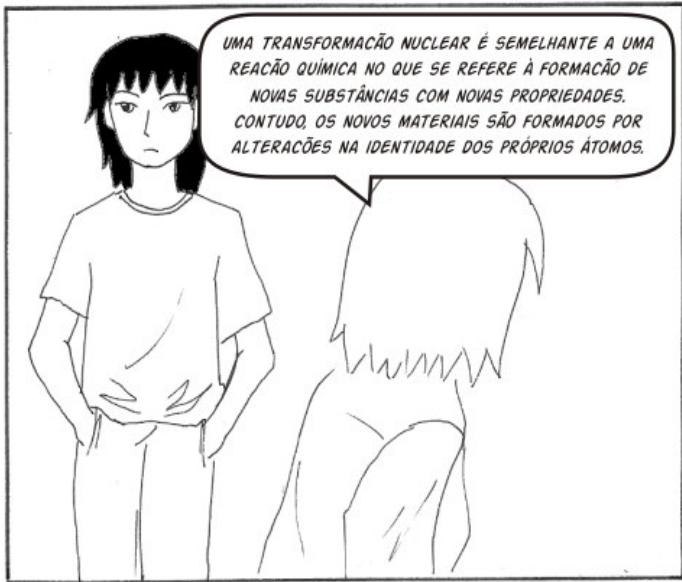
MAS ISSO JÁ FAZ PARTE DO FUNCIONAMENTO E GERAÇÃO DE ENERGIA COM REATORES NUCLEARES?



CALMA... AS PARTÍCULAS EMITIDAS NESTE PROCESSO SÃO AS PARTÍCULAS ALFA NÚCLEOS DE HÉLIO. ISTO É, PARTÍCULAS COMPLEXAS CONSTRUÍDAS DE DOIS PRÓTONS E DOIS NÊUTRONS CADA UMA. A EXPLICAÇÃO DESSE FATO RESIDE NO GRUPAMENTO ESPECÍFICO DAS PARTES COMPONENTES DO NÚCLEO.



PERECE QUE A COMBINAÇÃO DE DOIS PRÓTONS E DOIS NÊUTRONS, PARA FORMAR UMA PARTÍCULA ALFA, É ESPECIALMENTE ESTÁVEL, SENDO PORTANTO, MUITO MAIS FÁCIL DE ARREMESSAR O GRUPO INTEIRO DE UMA VEZ EM LUGAR DE QUEBRÁ-LO EM PRÓTONS E NÊUTRONS SEPARADOS. ESTE PROCESSO ESPONTÂNEO É DENOMINADO DE DESINTEGRAÇÃO NUCLEAR.

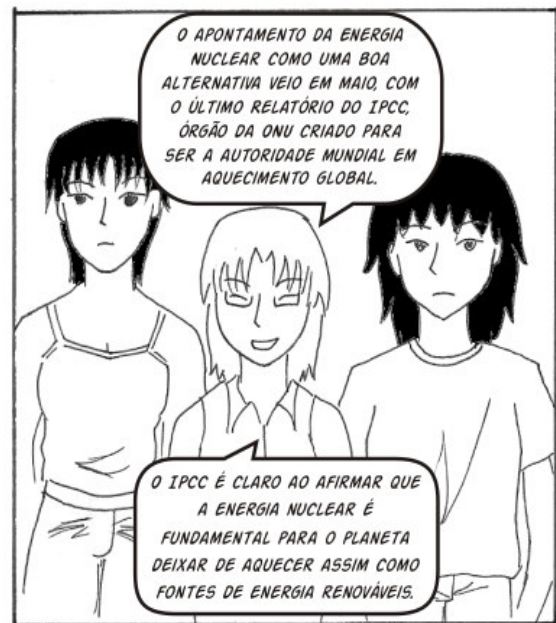




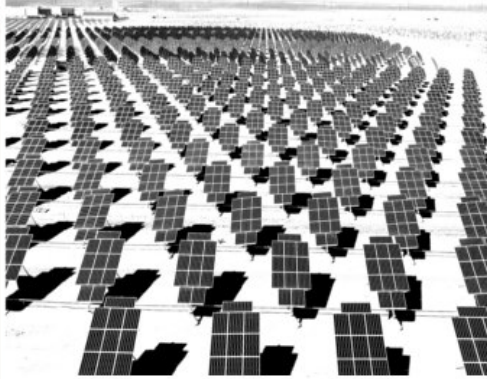
CAPÍTULO 5 - ENERGIA NUCLEAR: PESADELO OU DESINFORMAÇÃO?







ALÉM DISSO, A ENERGIA SOLAR TEM UM RENDIMENTO EXTREMAMENTE BAIXO PARA GERAR ELETRICIDADE. UM EXEMPLO É O CENTRO DE ENERGIA SOLAR DE MONTE ALTO, UM DOS MAIORES DO MUNDO, INAUGURADO ESTE ANO NA ESPANHA. NUMA ÁREA DE 55 CAMPOS DE FUTEBOL, TEM 889 ESTRUTURAS DE 50 E 100 M2. AO TODO, SÃO 52 000 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS QUE GERAM NO MÁXIMO 9 MW. PARA GERAR O MESMO QUE ANGRA 2 (1 350 MW), TERIA QUE TER 7,8 MILHÕES DE MÓDULOS, OCUPANDO 7 650 HECTARES - O MESMO QUE 7 000 CAMPOS OFICIAIS. AH, CLARO, AINDA SERIA PRECISO TORCER PARA QUE FIZESSE SOL EM TODOS ESSES CAMPOS. JÁ A ENERGIA EÓLICA É MAIS FÁCIL DE SER CAPTADA, MAS NO ENTANTO, AO CONTRÁRIO DA ÁGUA DOS RIOS, O VENTO NÃO PODE SER REPESADO. AS USINAS SÓ FUNCIONAM EM LOCAIS COM VENTOS FORTES E SUA PRODUÇÃO DEPENDE DIRETAMENTE DA QUANTIDADE DE DELES. MAURÍCIO TOLMASQUIM, PRESIDENTE DA EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, DO GOVERNO FEDERAL, AFIRMA QUE SE DEVE INVESTIR EM ENERGIA EÓLICA E SOLAR, MAS HOJE ELAS SÃO CARAS E POUCO COMPETITIVAS.



DAS ENERGIAS SUSTENTÁVEIS, A HIDRELÉTRICA É A QUE ESTÁ MAIS À FRENTE, CLARO QUE HÁ DESVANTAGENS COMO ÁREAS IMENSAS ALAGADAS, MILHARES DE FAMÍLIAS DESALOJADAS E EXTINÇÃO DE ESPÉCIES. MAS ELAS PODEM SER RESOLVIDAS COM TECNOLOGIAS MAIS EFICIENTES E NÃO ASSUSTAM TANTO QUANTO O CARBONO NA ATMOSFERA OU O LIXO RADIOATIVO. O GRANDE PROBLEMA É QUE A ENERGIA HIDRELÉTRICA É LIMITADA AOS RIOS QUE UM PAÍS POSSUI E PELO QUE ACONTECER COM ELES NO FUTURO. MESMO O BRASIL, PAÍS COM UM DOS MAIORES POTENCIAIS HIDRELÉTRICOS DO MUNDO, TEM MOTIVOS PARA SE PREOCUPAR. O MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA PREVÊ QUE, EM 23 ANOS, A POPULAÇÃO DO BRASIL VÁ PARA 238 MILHÕES DE HABITANTES, E QUE CADA UM DELES CONSUMA O DOBRO DE ENERGIA, TRIPLICANDO A ELETRICIDADE QUE O PAÍS PRECISA.

NÃO DEIXA DE SER CURIOSO O FATO DE QUE A FRANÇA, CUJOS CIDADÃOS SÃO CONHECIDOS PELA FERRENHA FORÇA DE SUAS POSIÇÕES POLÍTICAS, SEJA O PAÍS EM QUE A ENERGIA NUCLEAR ENCONTRA MENOS RESISTÊNCIA NA OPINIÃO PÚBLICA



HOJE, TANTO A ESQUERDA QUANTO A DIREITA ACEITAM A ENERGIA NUCLEAR COM NATURALIDADE E O PAÍS CONTA COM QUASE 60 USINAS ESPALHADAS EM SEU TERRITÓRIO, CHEGANDO A EXPORTAR ENERGIA PARA OS VIZINHOS, SEM NENHUM ACIDENTE COM VÍTIMAS HÁ DÉCADAS.

A OPÇÃO NUCLEAR NO PAÍS SE DEU LOGO APÓS A PRIMEIRA CRISE DO PETRÓLEO, EM 1973. COMO A MAIOR PARTE DA ENERGIA ELÉTRICA FRANCESA ERA GERADA PELA QUEIMA DE ÓLEO, O PREÇO DO BARRIL 4 VEZES MAIS CARO OBRIGOU O GOVERNO A AGIR RÁPIDO, JÁ QUE A FRANÇA NÃO TEM CAPACIDADE HIDRELÉTRICA NEM RESERVAS DE PETRÓLEO, GÁS OU CARVÃO.



MESMO COM OS MACIOS SUBSÍDIOS GOVERNAMENTAIS, O CICLO DO COMBUSTÍVEL NUCLEAR É CARO COMPARADO A DIVERSAS ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS. OS AMBIENTALISTAS E ECONOMISTAS ARGUMENTAM QUE O CUSTO DA ENERGIA NUCLEAR DEVE REFLETIR TODO O CICLO DO COMBUSTÍVEL E NÃO APENAS OS CUSTOS OPERACIONAIS DE USINAS ISOLADAS. DESSA FORMA, QUANDO ESSES CUSTOS, INCLUINDO O DESCARTE DE RESÍDUOS NUCLEARES E O DESCOMISSIONAMENTO DE USINAS NUCLEARES DEPRECIADAS SÃO CONSIDERADOS.

NO ENTANTO, NA CONTRAMÃO DAS OPINIÕES MENOS EMBASADAS SOBRE O TEMA, A ENERGIA NUCLEAR APRESENTA-SE NÃO UNICAMENTE COMO ARTIFÍCIO MILITAR OU PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, SUA APLICABILIDADE ABRANGE UM NÚMERO MUITO GRANDE DE ÁREAS E ESTÁ MAIS PRÓXIMO AO COTIDIANO DAS PESSOAS DO QUE IMAGINAMOS. A INDÚSTRIA É UMA DAS MAIORES USUÁRIAS DE TÉCNICAS NUCLEARES NO BRASIL, RESPONDENDO POR CERCA DE 30% DAS LICENÇAS PARA UTILIZAÇÃO DE FONTES RADIOATIVAS.

A FACILIDADE DA PENETRAÇÃO DAS RADIAÇÕES EM DIVERSOS MATERIAIS, BEM COMO A VARIACÃO DE SUA ATENUACÃO COM A DENSIDADE DO MEIO QUE ATRAVESSA, TORNAM SEU USO CONVENIENTE EM MEDIDORES DE NÍVEL, ESPESSURA E UMIDADE. NA INDÚSTRIA DE PAPEL, ESSES MEDIDORES SÃO UTILIZADOS PARA GARANTIR QUE TODAS AS FOLHAS TENHAM A MESMA ESPESSURA, ENQUANTO NA INDÚSTRIA DE BEBIDAS A RADIAÇÃO É USADA PARA CONTROLE DE ENCHIMENTO DE VASILHAMES.

UMA FERRAMENTA IMPORTANTE NO TRATAMENTO E DIAGNÓSTICO DE DOENÇAS SÃO OS RADIOFÁRMACOS, QUE SÃO OBTIDOS À PARTIR DE RADIOISÓTOPOS PRODUZIDOS EM REATORES NUCLEARES. ESSES RADIOISÓTOPOS, EM GERAL, ASSOCIADOS A SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS, OS FÁRMACOS, QUE SE ASSOCIAM A ÓRGÃOS OU TECIDOS ESPECÍFICOS DO CORPO HUMANO. NA MEDICINA NUCLEAR, OS RADIOFÁRMACOS SÃO INJETADOS NO PACIENTE, CONCENTRANDO-SE NO LOCAL A SER EXAMINADO E EMITINDO RADIAÇÃO QUE, POR SUA VEZ, É DETECTADA NO EXTERIOR DO CORPO POR UM INSTRUMENTO APROPRIADO, QUE PODE TRANSFORMAR ESSA INFORMAÇÃO EM IMAGENS, PERMITINDO AO MÉDICO OBSERVAR O FUNCIONAMENTO DAQUELES ÓRGÃOS.

AS RADIAÇÕES NUCLEARES SÃO UTILIZADAS TAMBÉM EM DIVERSAS TERAPIAS, PRINCIPALMENTE EM TRATAMENTOS CONTRA O CâNCER. NESSE CASO, O MÉTODO DE IRRADIAÇÃO DAS CÉLULAS CANCEROSAS TEM POR OBJETIVO MATÁ-LAS E IMPEDIR SUA MULTIPLICAÇÃO.

OUTRA APLICAÇÃO É A IRRADIAÇÃO DE SANGUE COM DEFICIÊNCIA IMUNOLÓGICA COM RAIOS GAMA, DIMINUINDO O NÚMERO DE LINFÓCITOS REDUZINDO A REJEIÇÃO NO TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS.

ATUALMENTE O BRASIL NÃO É INDEPENDENTE NA PRODUÇÃO DE RADIOFÁRMACOS, SENDO QUE GRANDE PARTE DESTES É IMPORTADA DE OUTROS PAÍSES, O QUE ENCARECE O CUSTO DOS TRATAMENTOS MÉDICOS.

IRRADIADORES INDUSTRIAIS SÃO INSTALAÇÕES COM COMPARTILHAMENTOS ONDE O MATERIAL A SER TRATADO É EXPOSTO À RADIAÇÃO QUE IRÁ MATAR BACTÉRIAS E MICRO-ORGANISMOS, PODENDO SER USADO COMO UM PROCESSO DE ESTERILIZAÇÃO.

A EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO GAMA, NÃO CONTAMINA OS MATERIAIS IRRADIADOS NEM OS TRANSFORMA EM MATERIAIS RADIOATIVOS. PORTANTO, AO CESSAR O PROCESSO, NÃO EXISTE MAIS RADIAÇÃO NOS MATERIAIS.

AINDA TEM MAIS... COMO NO CASO DOS ALIMENTOS PARA O CONSUMO HUMANO, ONDE A RADIAÇÃO GAMA ELIMINA MICRO-ORGANISMOS COMO A SALMONELA. A IRRADIAÇÃO DE FRUTAS, ALÉM DE SUPRIMIR INFESTAÇÕES INDESEJÁVEIS, ELEVA A VIDA ÚTIL DO PRODUTO E AUMENTA O TEMPO PARA SEU CONSUMO.

E MAIS... A APLICAÇÃO NA AGROINDÚSTRIA COMO O USO DA TÉCNICA DE 'MACHO ESTÉRIL', ONDE SÃO PRODUZIDOS MACHOS ESTERILIZADOS DA PRAGA A SER COMBATIDA E QUE DEPOIS DE SOLTOS NA REGIÃO INFESTADA, DIMINUEM A POPULAÇÃO AO AFETAR SUA CAPACIDADE DE REPRODUÇÃO COMBATENDO AS PRAGAS DA LAVOURA.



... ENQUANTO NO ESTUDOS DE SOLOS, POSSIBILITA OBSERVAR OS PROCESSOS DE INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO E A VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS ELEMENTOS CONSTITUINTES DO TERRENO.

A UTILIZAÇÃO DE RADIOISÓTOPOS NA PESQUISA PERMITE OBTER DADOS QUE SERIAM INVIÁVEIS POR OUTROS PROCESSOS. NA PESQUISA DE PLANTAS OS RADIOISÓTOPOS PERMITEM VERIFICAR A ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E O EFEITO DE MICRORGANISMOS...



ALGUNS DEFENSORES DA ENERGIA NUCLEAR PEDEM O DESENVOLVIMENTO E A PROLIFERAÇÃO DO USO DOS REATORES DE FISSÃO NUCLEAR REGENERADORA, QUE GERAM MAIS COMBUSTÍVEL NUCLEAR DO QUE CONSOMEM, CONVERTENDO O URÂNIO-238 NÃO FÍSSIL EM PLUTÔNIO-239 FÍSSIL. COMO OS REGENERADORES UTILIZAM MAIS DE 99% DO URÂNIO NOS DEPÓSITOS MINERAIS, AS RESERVAS CONHECIDAS DE URÂNIO NO MUNDO DURARIAM PELO MENOS MIL ANOS, OU TALVEZ ALGUNS MILHARES DE ANOS.


A FRANÇA TENTOU ABRIR UM REATOR REGENERADOR, MAS DEVIDO AO ALTO CUSTO, FECHOU PERMANENTEMENTE O PROJETO E OUTROS PAÍSES ABANDONARAM OS PLANOS DE CONSTRUIR REATORES REGENERADORES

ENTÃO, O PROBLEMA VEM DO FATO DE QUE ALGUNS REJEITOS RADIOATIVOS DERIVADOS DO URÂNIO DURAM DEZENAS DE MILHARES DE ANOS, PERÍODO EM QUE DEVEM SER MANTIDOS EM CÁPSULAS ULTRA-SEGURAS DE CONCRETO E CHUMBO, ATÉ A SUA DEGRADAÇÃO.



PARA A ENERGIA NUCLEAR SEGUIR COMO UMA FONTE LIMPA E SEGURA, TAMBÉM É PRECISO HAVER UMA FISCALIZAÇÃO MUNDIAL DE COMO A TECNOLOGIA É USADA, COMO AFIRMA O FÍSICO JOSÉ GOLDBERG, EX-MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E UM DOS MAIORES ESPECIALISTAS EM ENERGIA NUCLEAR DO BRASIL: 'É DIFÍCIL PARA AS POTÊNCIAS MUNDIAIS ESTIMULAREM A PRODUÇÃO DE ENERGIA NUCLEAR EM SEUS PAÍSES AO MESMO TEMPO EM QUEREM CONTROLAR O USO DESSA ENERGIA EM NAÇÕES COMO O IRÃ E A CORÉIA DO NORTE'. O PROBLEMA SEGUNDO ELE NÃO É OS PAÍSES TEREM REATORES NUCLEARES, MAS O DE NÃO ESTAREM ABERTOS PARA INSPECÇÕES QUE GARANTAM QUE ESSA É A FINALIDADE ÚNICA DE SEUS PROGRAMAS ATÔMICOS.

QUEM FAZ ESSA INSPEÇÃO MUNDIAL É A AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA, ORGANISMO DA ONU CRIADO EM 1957 E RESPONSÁVEL PELO CONTROLE DA DISSEMINAÇÃO DA ENERGIA NUCLEAR. O PAPEL DA AGÊNCIA NÃO É O DE IMPEDIR PAÍSES DE PRODUIZIR ENERGIA NUCLEAR, E SIM O DE ASSEGURAR QUE A TECNOLOGIA ATÔMICA DESSES PAÍSES ESTÁ SENDO DIRECIONADA PARA FINS PACÍFICOS.



REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- BAUMAN, Zygmunt. **Vida Para o Consumo: a Transformação das Pessoas em Mercadoria**. Rio de Janeiro: ZAHAR, 2008.
- BERMANN, Célio. Crise Ambiental e as Energias Renováveis. **Revista Energia, Ambiente & Sociedade**. Campinas: EDUSP, 2008, p. 20-29.
- CANDOTTI, Ennio. Divulgação e Democratização da Ciência. **Revista Ciência & Ambiente**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2001.
- CAVALCANTE, Rodrigo. Energia Nuclear: Esse vilão pode salvar a Terra. **Revista Superinteressante**. São Paulo: ABRIL, 2007.
- CHASSOT, Attico. Século XX: A Ciência faz Maravilhas. **A Ciência Através dos Tempos**. São Paulo: MODERNA, 1994.
- CRUZ, Ricardo Gauterio. A Dimensão Simbólica da Mercadoria na Sociedade de Consumo: Um Olhar a Partir dos Pressupostos da Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2007. Disponível: <<http://www.furg.br/remea/cruz.pdf>>. Acessado em: 12 de julho de 2009.
- CRUZ; Sônia Maria S.C. de Souza; ZYLBERSTAJN, Arden: O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Aprendizagem Centrada em Eventos. **Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.
- GAMOW, George. Dentro do Núcleo. **O Incrível Mundo da Física Moderna**. São Paulo: IBRASA, 1980.
- GONÇALVES, Odair Dias; ALMEIDA, Pedro Salati de. Energia Nuclear e Seus Usos na Sociedade. **Revista Ciência Hoje**. São Paulo: ABRIL, 2005.
- GORE, Albert. **Uma Verdade Inconveniente**: O que devemos saber (e fazer) sobre o Aquecimento Global. Barueri: MANOLE, 2006.
- GRAÇA, Cláudio de Oliveira. **Fundamentos Físicos da Fissão e da Fusão**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2007.
- GREENPEACE. Cenário Energético Global: Perspectivas para uma Energia Global Sustentável. **Relatório [r]evolução energética**, 2009. Disponível em <www.greenpeace.org.br>, acessado em: 10/05/2009.
- GREENPEACE. O Ciclo do Perigo Nuclear. **Relatório [r]evolução energética**, 2009. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org.br>>, acessado em 25/10/2009.
- GRUPO DE ENSINO DE FÍSICA DA UFSM. **Física do Calor**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2000.

- GRUPO DE ENSINO DE FÍSICA DA UFSM. **Física Nuclear**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2007.
- GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física Térmica e Óptica**. São Paulo: Ed. EDUSP, 2005.
- HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. Porto Alegre: BOOKMAN, 2002.
- JACOBI, Pedro. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa da USP**. São Paulo: EDUSP, 2003.
- JUNIOR, Olival Freire. Física Nuclear: O Próximo Passo. **O Universo dos Quanta: Uma Breve História da Física Moderna**. São Paulo: FTD, 1997.
- A HISTÓRIA DAS COISAS. Diretor Louis Fux. Apresentação de LEONARD, Annie. Documentário da Tides Foundation e do Free Range Studios. USA, 2008.
- MENEZES, Luis Carlos de; JÚNIOR, Osvaldo Canato. Radiações, materiais, átomos e núcleos. **Revista Ciências da Natureza e Matemática**. São Paulo: ESCOLAS ASSOCIADAS, 2007.
- MILLER, G. Tyler. **Ciência Ambiental**. São Paulo: THOMSON, 2007.
- NIDERAUER; Priscila Dalla Porta. **A Política Nacional de Recursos Hídricos e a Problemática Ambiental: Um Olhar da Educação Ambiental**. Santa Maria : Monografia Apresentada ao Curso de Especialização em Educação Ambiental da UFSM, 2006.
- OKUNO, Emico; CALDAS, Iberê L.; CHOW, Cecil. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Editora Harbra, 1982.
- OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. **Uma Revisão Bibliográfica sobre a Área de Pesquisa 'Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**, 2000. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5>>. Acessado em 04/01/2009.
- Ramos, Conrado. Consumismo e Gozo: Uma Compreensão de ideologia entre T. W. Adorno e J. Lacan. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2008. Disponível: <<http://www.furg.br/remea/ramos.pdf>>. Acessado em: 12 de julho de 2009.
- SACHS, Ignacy. A Revolução Energética do Século XXI. **Revista de Estudos Avançados**. São Paulo: EDUSP, 2008.
- SILVA, Cassiano Paes da. A Sociedade de Consumo, o marketing e a produção de subjetividades: questões para a Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2007. Disponível: <<http://www.furg.br/remea/silva.pdf>>. Acessado em: 12 de julho de 2009.

- SIQUEIRA, Holgónsi Soares Gonçalves. Cultura de Consumo Pós-Moderna. **Jornal A Razão**. Santa Maria: Editado por A Razão, 2005.
- TOLMASQUIM, Mauricio. As Origens da Crise Energética Brasileira. **Revista Ambiente & Sociedade**. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2000.
- WILLIAMS, John E. et al. Reações Nucleares. **Física Moderna: Curso Programado**. Rio de Janeiro: RENES, 1981
- VELLOSO, Rodrigo Paranhos. O Nó Energético Global. **Revista Atualidades Vestibular**. São Paulo: ABRIL, 2007.
- VELLOSO, Rodrigo Paranhos. As Fontes Tradicionais de Energia Caminham para o Esgotamento. **Revista Atualidades Vestibular**. São Paulo: ABRIL, 2007.
- ZEPPONE; Rosimeire Maria Orlando. **Educação Ambiental: Teoria e Práticas Escolares**. São Paulo: JM, 1999.