

NOVO CLIMA, NOVO AMBIENTE

Energia renovável e limpa



SÉRIE

Desafios para o Século 21



Este livro ilustrado integra a série **Desafios para o Século 21** - uma coleção de seis publicações dirigidas ao público infanto-juvenil, sobre os grandes temas que preocupam os pesquisadores da área de mudanças ambientais globais: biodiversidade, segurança alimentar, segurança hídrica, segurança energética, desastres naturais e saúde humana.

Outras publicações da série:

Novo clima, novo ambiente - A saúde das pessoas

Novo clima, novo ambiente - A vida nas cidades

Novo clima, novo ambiente - A produção de alimentos

Novo clima, novo ambiente - Água limpa para todos

Um planeta cheio de vida - Por que é importante preservar a biodiversidade

Leia também:

Mudanças Climáticas - O clima está diferente. O que muda nas nossas vidas?

O Futuro que Queremos - Economia verde, desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza

Pegada Ecológica - Qual é a sua?

Disponíveis em: <http://inct.ccst.inpe.br>

Apoio



NOVO CLIMA, NOVO AMBIENTE

Energia renovável e limpa

INPE
São José dos Campos
2015

Novo clima, novo ambiente

Energia renovável e limpa

Livro ilustrado sobre mudanças climáticas e segurança energética editado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Realização: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC)

Coordenação editorial: Ana Paula Soares

Consultoria e revisão técnica: Enio Bueno Pereira

Textos: Fabiano Scarpa e Ana Paula Soares (com informações dos Relatórios de Atividades do INCT para Mudanças Climáticas)

Ilustrações: Jean Galvão

Projeto gráfico: Magno Studio

Acesse a versão eletrônica e outras cartilhas educacionais desta série em: <http://inct.ccst.inpe.br>

N945

Novo clima, novo ambiente : energia renovável e limpa / Fabiano Micheletto Scarpa, Ana Paula Soares. - São José dos Campos: INPE, 2015.
24 p. : il.
Ilustrações de Jean Galvão.

Esta obra faz parte das ações de difusão de conhecimento do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas – INCT-MC.

ISBN: 978-85-17-00079-9

1. Energias renováveis. 2. Meio ambiente 3. Sustentabilidade. 4. Recursos Naturais.

I. Título.

CDU 502.2/504



Diante das profundas transformações ambientais causadas pelas atividades humanas nos últimos 200 anos, o cientista holandês Paul Crutzen definiu a era geológica que vivemos hoje como o ANTROPOCENO* (antropo = homem; ceno = novo, recente).

A interferência do homem no meio ambiente tem resultado em alterações no clima da superfície terrestre. Essas alterações, que causam impactos na produção de alimentos e de energia, nos recursos hídricos, na saúde, na biodiversidade e nos centros urbanos, estão nos levando a rever nossos hábitos de consumo e nossos conceitos de qualidade de vida.

Além dessa postura consciente de cada um de nós, é preciso que a sociedade, os governos e a iniciativa privada se articulem em um esforço conjunto para buscar soluções de adaptação a esse novo clima que se anuncia, ou seja, a essa nova realidade do Antropoceno.

Nas próximas páginas, você vai conhecer alguns dos desafios que o Brasil terá que enfrentar em relação à segurança energética, para que seja possível o trabalhar pela geração e pelo fornecimento de **Energia renovável e limpa**.

Boa leitura!

*Uma comissão internacional de cientistas está analisando se o Antropoceno deve ser reconhecido como uma nova era geológica.

NO PRINCÍPIO ERA O FOGO...



A primeira forma de energia que o homem conseguiu dominar foi o fogo, obtido pela queima de restos vegetais. Os registros datam de mais de 100 mil anos atrás e coincidem com os dos primeiros fósseis dos seres humanos - o *Homo sapiens*. O fogo era utilizado para aquecimento, iluminação, para cozinhar alimentos e para proteção, espantando animais predadores.

Há cerca de 10 mil anos, o homem passou a domesticar alguns animais e a cultivar plantas. Surgiu assim a agricultura, que foi se desenvolvendo ao longo do tempo em diferentes pontos do planeta.

Equinos e bovinos começaram a ser utilizados como fontes de energia mecânica (trabalho) para auxiliar no preparo do solo, na semeadura e na construção de sistemas de irrigação. Foram desenvolvidas tecnologias para moer grãos e drenar a terra, como os moinhos d'água (usando a energia hidráulica) e de vento (usando energia eólica).

O homem quis então conquistar os mares. Há aproximadamente 5.500 anos, a energia dos ventos passou a ser utilizada em embarcações. Novas terras e rotas comerciais marítimas foram descobertas. Os vikings chegaram à América do Norte no século 10, usando a energia eólica nas velas de seus barcos. Esse proces-

so atingiu o seu apogeu na chamada era das grandes navegações, entre os séculos 15 e 17. Nesse período, várias partes do mundo começaram a ser exploradas e colonizadas, principalmente por portugueses e espanhóis.

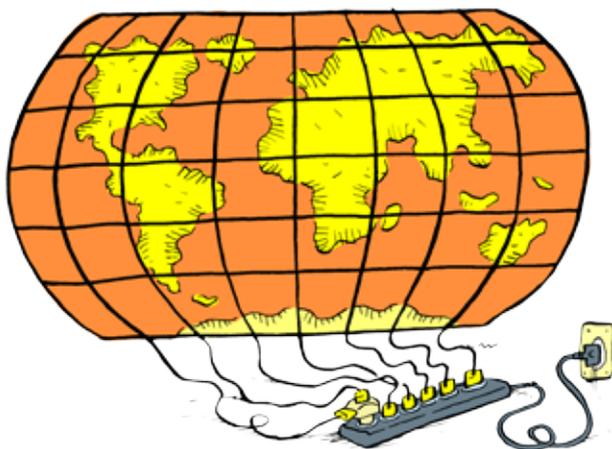
Até então, a produção de mercadorias ocorria de forma artesanal. Com o desenvolvimento e o aperfeiçoamento das máquinas a vapor, no século 18, o uso de carvão mineral e de combustíveis fósseis para a geração de energia se intensificou. Esse período histórico marca o início da chamada Revolução Industrial.

As grandes descobertas científicas e tecnológicas dessa época trouxeram melhoria inquestionável na qualidade de vida. As pessoas passaram a viver por mais tempo e o número de habitantes começou a crescer rapidamente. As tecnologias continuam a progredir até os dias de hoje, mas as consequências da elevada emissão de poluentes e de gases de efeito estufa* pela maior parte das fontes de energia utilizadas têm sido danosas para o planeta.



*Gases que intensificam o efeito estufa - um fenômeno natural que faz com que a temperatura da Terra seja maior do que seria na ausência de atmosfera. O aumento do efeito estufa provoca o aquecimento global da superfície terrestre.

QUANTA ENERGIA!



A demanda por energia cresce proporcionalmente ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e, em escala global, aumentou exponencialmente nos últimos 200 anos. Isso tem sido uma preocupação para cientistas, governos e a sociedade civil organizada no mundo todo.

Basicamente, a energia pode ser classificada em **renovável** e **não renovável**. As energias não renováveis recebem esse nome porque os recursos naturais necessários para gerá-las só se regeneram em uma escala de milhões de anos. Ou seja, seus estoques podem ser considerados finitos. As energias não renováveis são as mais utilizadas pela sociedade moderna e são divididas em dois grupos: energia fóssil e energia nuclear.

Já as energias renováveis são obtidas de recursos naturais que se recompõem rapidamente, ou seja, são compatíveis com a sustentabilidade*. Algumas fontes não renováveis, como a radiação solar (energia fotovoltaica) e a força dos ventos (energia eólica) são classificadas como renováveis por serem compatíveis com a

*Uso racional e equitativo (com justiça social) dos recursos naturais, sem comprometer as necessidades das futuras gerações.

sustentabilidade, embora sejam, a rigor, fontes infinitas. Além da fotovoltaica, destacam-se, entre as formas de energia renováveis, a queima de biomassa, a maré motriz, a geotérmica e a hidrelétrica.

Cerca de 75% da geração de energia elétrica no Brasil provém de fontes renováveis, bem acima dos 23% da média mundial.

Energia fóssil

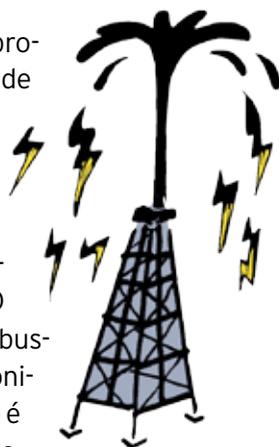
O processo de queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural, carvão mineral) leva à liberação de grandes quantidades de gases de efeito estufa na atmosfera. Os principais são o dióxido de carbono (CO_2), o monóxido de carbono (CO), o metano (CH_4) e os óxidos de nitrogênio (NO_x).

Veja o que são e para que são utilizadas as energias fósseis:



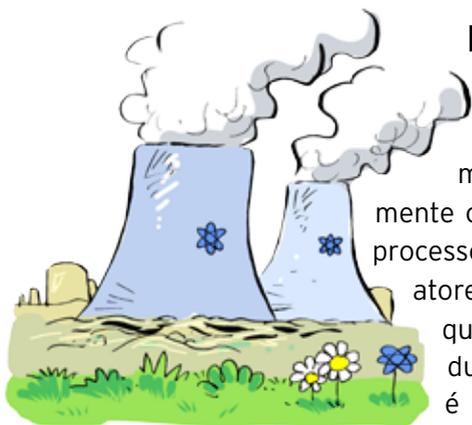
Carvão mineral: É formado por plantas fossilizadas encontradas entre camadas de rochas. Essa é a principal forma de energia usada atualmente no planeta, por meio da queima do carvão mineral pelas usinas termoelétricas, que convertem calor em energia elétrica.

Petróleo: Trata-se de um composto líquido. No processo de sua formação geológica, os restos mortais de pequenos animais (zooplâncton) e de algas (fitoplâncton) são mantidos sob alta pressão e temperatura em condições anaeróbicas (ausência de oxigênio) por um longo período de tempo, resultando, ao final, em uma substância líquida composta por carbono e hidrogênio (os hidrocarbonetos). O petróleo é amplamente usado na produção de combustíveis de veículos automotivos (carros, caminhões, ônibus e carretas) e aviões, após refinamento. Também é utilizado na geração de energia pelas termoelétricas.





Gás natural: Assim como o petróleo, forma-se a partir de restos de pequenos animais e algas primitivos. Normalmente são encontrados acima da camada de petróleo, havendo a atuação de bactérias que produzem metano (CH_4), o principal gás que compõe o gás natural. Outros três gases são encontrados em menor concentração - o etano (C_2H_6), o propano (C_3H_8) e o butano (C_4H_{10}). O gás natural é frequentemente utilizado para o funcionamento de maquinários em indústrias como gás de cozinha e aquecedores, em residências, e como combustível, em veículos automotivos. O gás natural é considerado uma fonte de energia mais limpa do que o petróleo e o carvão mineral, pois sua queima emite menos gases de efeito estufa do que essas outras fontes de energia.



Energia nuclear

É obtida através da fissão (quebra) de átomos de metais radioativos, principalmente o Urânio e o Plutônio. Esse processo ocorre nos chamados reatores nucleares. Uma enorme quantidade de energia é produzida na forma de calor, que é então convertido em energia elétrica.

A energia gerada em usinas nucleares não libera gases de efeito estufa e por isso é, muitas vezes, chamada de “energia limpa”.

Segurança - Ainda há uma grande preocupação em todo o mundo com relação à segurança para a operação de usinas nucleares. Durante a fissão nuclear nos reatores, além de calor, são geradas quantidades expressivas e perigosas de radiação que, se liberadas no meio ambiente, contaminam o solo, a água, os alimentos, a biodiversidade e os seres humanos por muitas gerações. Muitos tipos de câncer e má formação fetal podem ser desenvolvidos por efeito da radiação liberada. Em abril de 1986, um reator explodiu na usina de Chernobil, atual Ucrânia. Uma extensa área foi contaminada e os efeitos ainda são sentidos na região. Em março de 2011, um maremoto atingiu a usina de Fukushima, no Japão, e um acidente de grandes proporções ocorreu devido à explosão de reatores. A região está isolada neste momento e a população afetada pela radiação está sendo monitorada. Alguns países, como a Alemanha, interromperam projetos para a instalação de novas usinas.

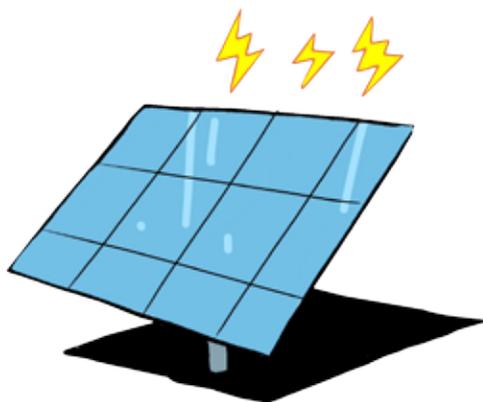
Lixo nuclear - Os resíduos radioativos produzidos pelo processo de manipulação e geração de energia nuclear são inúteis e

precisam ser descartados. É o que chamamos de “lixo nuclear”. A radiação continuará a ser emitida por muitos milhares de anos. Por isso, os resíduos precisam ser descartados com cuidado para evitar contaminações. Os resíduos de alta radioatividade das usinas brasileiras Angra 1 e 2 estão sendo armazenados em tanques, sendo a água a responsável pela blindagem da radiação. Os dejetos radioativos de baixa e média radioatividade são armazenados em galpões de concreto construídos dentro de cavernas em rochas localizadas próximas das usinas. Nestes galpões ficam armazenados tambores que contêm o material contaminado utilizado no manuseio e nas atividades cotidianas realizadas nas usinas. Não há ainda um consenso sobre qual seria a melhor destinação final desse lixo radioativo.

Energia eólica

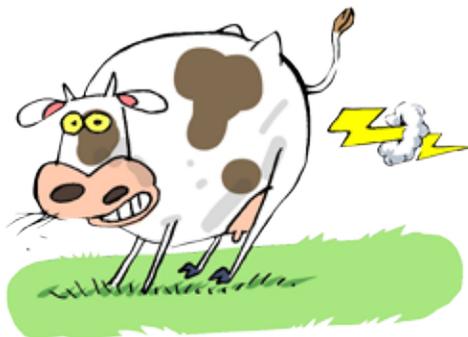
A energia dos ventos é captada por hélices que fazem parte das turbinas onde é feita a conversão da energia mecânica dos ventos em eletricidade. Esta é enviada para linhas de transmissão para ser distribuída. É uma das formas de geração de energia que produzem menor impacto ao ambiente. A instalação de parques eólicos tem crescido rapidamente em vários países. O Brasil está atualmente entre os 10 maiores geradores de energia eólica no mundo. Essa forma de energia já representa 4,5% da capacidade total de geração elétrica instalada no país e continua em franco crescimento. Para comparação, essa forma limpa de geração tem evitado uma emissão anual de CO₂ equivalente a de cerca de 7 milhões de automóveis. Outra vantagem é que os geradores eólicos ocupam uma fração muito pequena do terreno, permitindo que as terras ocupadas pelas plantas de geração eólica sejam aproveitadas para a agricultura ou pecuária, por exemplo.





Energia solar

É a forma de geração de energia que emprega a radiação solar e a converte em energia elétrica por duas formas distintas: 1) fotovoltaica, quando a radiação solar captada por painéis solares é convertida diretamente em corrente elétrica; 2) pela conversão do calor gerado pela incidência da radiação solar em vapor d'água que move turbinas similares às aquelas empregadas nas usinas termoeletricas que utilizam combustíveis fósseis. Ambas formas de geração não emitem gases de efeito estufa e possuem baixo impacto ambiental. Até há pouco tempo, o custo das células solares era bastante elevado, o que desencorajava muitos países a investirem nessa forma de geração de energia. Atualmente, os preços já são quase compatíveis com o custo da energia fóssil. A Alemanha, um país com poucos dias ensolarados durante o ano - se comparado a países tropicais -, já produz uma porção significativa da energia a partir do sol, próximo dos 20% da sua demanda anual de energia elétrica. Regiões tropicais e desérticas são as que possuem grande potencial para uso dessa forma de energia, por apresentarem maiores níveis de incidência de radiação solar. No Brasil, a participação da energia solar na matriz energética ainda é pouco representativa, mas tem crescido bastante nos últimos anos.



Biomassa

Restos de plantas, dejetos de animais e lodo de esgoto, quando decompostos por bactérias, produzem o chamado biogás. Normalmente, esse procedimento é realizado em equipamentos conhecidos como biodigestores. Os gases liberados são queimados e é feita a conversão de energia térmica para elétrica, empregando turbinas similares àquelas empregadas nas usinas termoelétricas. Restos vegetais também podem ser queimados diretamente em usinas especiais, para a conversão de calor em energia elétrica.

Marés (maré motriz)

Nesse caso, é necessário construir uma barragem em estuários (ambientes em que rios desembocam no mar). O movimento das marés (subida e descida do mar ao longo do dia) faz com que turbinas sejam acionadas e então é realizada a conversão de energia hidráulica em energia elétrica.





Geotérmica

Essa forma de geração emprega o calor existente no interior da crosta terrestre como fonte de energia para gerar vapor e mover turbinas similares àquelas empregadas nas usinas termelétricas. Só pode ser usada em ambientes onde há atividade vulcânica, como no Chile, na Nova Zelândia e na Islândia.

Hidrelétricas

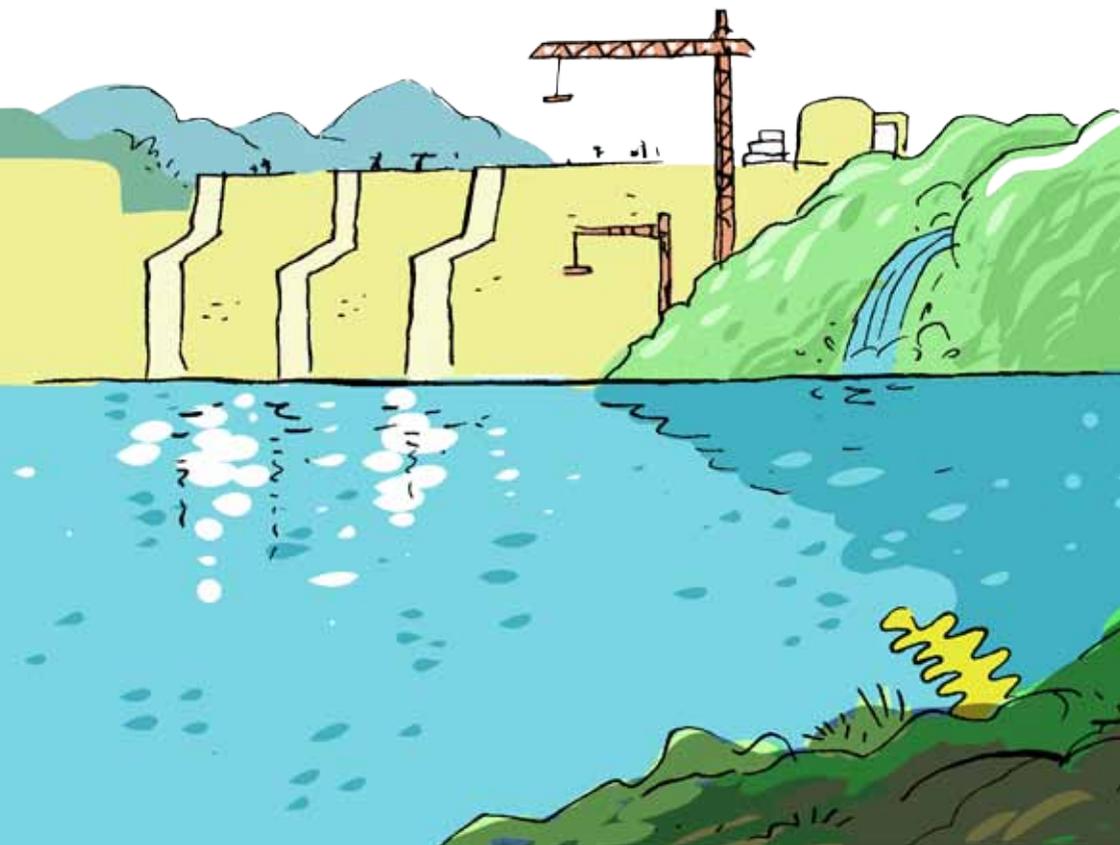
São construídas barragens em um rio, e o movimento das águas gera uma força propulsora que aciona turbinas - equipamentos que fazem a conversão da energia mecânica das águas em eletricidade. No Brasil, perto de 70% de toda a capacidade instalada para geração de energia provém de hidrelétricas.



O CUSTO SOCIOAMBIENTAL DAS HIDRELÉTRICAS

As hidrelétricas são consideradas fontes renováveis, já que aproveitam o curso natural de um rio para a geração de energia. No entanto, sua instalação tem um elevado custo socioambiental. Para a construção da barragem de uma usina hidrelétrica, é necessário inundar uma grande área que, muitas vezes, atinge casas ou até cidades inteiras.

Culturas tradicionais podem ser perdidas nesse processo. Na área ambiental, o processo de construção de uma hidrelétrica pode comprometer a diversidade biológica da região de instalação, ameaçando espécies animais e vegetais.



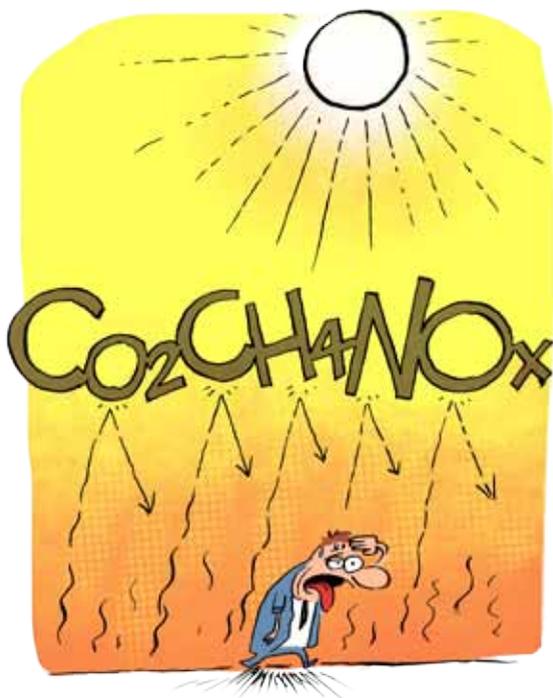
A geração de energia é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico de qualquer país e para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das populações. Com o conhecimento científico e o aprimoramento da tecnologia, é possível encontrar caminhos que possibilitem promover os avanços que a sociedade precisa, respeitando a sustentabilidade.



RENOVÁVEL É DIFERENTE DE LIMPA

Recentemente, os cientistas descobriram que hidrelétricas construídas na Amazônia emitem quantidades significativas de gases de efeito estufa, entre eles gás carbônico (CO_2), metano (CH_4) - um gás 23 vezes mais poderoso que o gás carbônico para apreender calor na atmosfera - e óxidos de nitrogênio (NO_x). Outros estudos mostram que a quantidade de gases liberados por hidrelétricas aumenta quanto maior a proximidade da linha do Equador. Esse fato merece especial atenção, já que há planos de construção de hidrelétricas em regiões tropicais e equatoriais da América do Sul, África e Ásia.

Ou seja, uma energia renovável não é, necessariamente, uma energia limpa.





Energia verde

Damos o nome de energia limpa, ou verde, à energia renovável que não libera (ou libera poucos) poluentes atmosféricos ou gases que contribuem para o aquecimento global. A energia verde também causa mínimo impacto ao ambiente. Entre as energias verdes estão a eólica, a solar, a energia obtida a partir de biogás, a geotérmica e a maré motriz (energia das marés).

SEGURANÇA ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

Somos 7 bilhões de habitantes no mundo, e as projeções indicam que seremos 9 bilhões até 2050. Atualmente, 1,2 bilhão de pessoas não possuem acesso a energia, um bem essencial à qualidade de vida.

Como vimos, todas as formas de energia são obtidas a partir de recursos naturais. Assim, o conceito de sustentabilidade está estreitamente relacionado ao uso da energia. A esse uso sustentável da energia damos o nome de **segurança energética**.

O crescimento populacional, aliado às mudanças climáticas, pode comprometer a segurança energética. Um exemplo disso é o que está ocorrendo no Brasil. Uma seca sem precedentes está atingindo especialmente a região sudeste do país, que concentra 42% dos habitantes e gera a maior arrecadação nacional.



O baixo nível dos reservatórios que abastecem a indústria, a agricultura e as residências gera aumento nos preços dos alimentos e no custo da energia (que é produzida predominantemente por hidrelétricas). A falta de água reduz a capacidade de produção das usinas, elevando o risco de apagões e de racionamentos, e causando prejuízos econômicos ao país.

Reduzir nosso consumo de água e energia e evitar o desperdício é dever de todos nós. Mas também precisamos reivindicar aos governantes e às empresas ações que possibilitem a diversificação da nossa matriz energética (nossas fontes de geração de energia).

Ou seja, é fundamental que sejam feitos investimentos em desenvolvimento tecnológico, visando aumentar a capacidade de geração de energia verde. Assim, será possível reduzir a dependência da energia hidrelétrica, cuja produção poderá ser

comprometida pelas alterações nos períodos de seca e chuva, esperadas para os próximos anos, devido às mudanças climáticas.





AS PESQUISAS NO BRASIL

Os impactos das ações do homem no meio ambiente são objeto de estudo de diversos projetos e programas de pesquisa em todo o mundo. Conheça algumas iniciativas desenvolvidas no Brasil:

INCT para Mudanças Climáticas - O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas é uma abrangente rede de pesquisas interdisciplinares em mudanças climáticas, contando com a cooperação de vários grupos de pesquisa do Brasil e do exterior e constituindo-se na maior rede de pesquisas ambientais já desenvolvida no Brasil. Tem por missão o desenvolvimento de uma agenda científica que possa fornecer ao país condições ótimas para desenvolver excelência científica nas várias áreas das mudanças ambientais globais e sobre suas implicações para o desenvolvimento sustentável, principalmente quando se leva em consideração que a economia de nações em desenvolvimento é fortemente ligada a recursos naturais renováveis, como é marcadamente o caso do Brasil. <http://inct.ccst.inpe.br>

Rede CLIMA - A Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais tem como missão gerar e disseminar conhecimentos para que o Brasil possa responder aos desafios representados pelas causas e efeitos das mudanças climáticas globais. A Rede CLIMA constitui-se em fundamental pilar de apoio às atividades de Pesquisa e Desenvolvimento do Plano Nacional de Mudanças Climáticas criado pelo governo federal, que tem balizado a identificação dos obstáculos e dos catalisadores de ações. Enseja o estabelecimento e a consolidação da comunidade científica e tecnológica preparada para atender plenamente as necessidades nacionais de conhecimento, incluindo a produção de informações para formulação e acompanhamento das políticas públicas sobre mudanças climáticas e para apoio à diplomacia brasileira nas negociações sobre o regime internacional de mudanças climáticas. <http://redeclima.ccst.inpe.br>

Programa Fapesp Mudanças Climáticas - Tem como objetivo promover e incentivar os avanços do conhecimento na área de mudanças

ambientais globais, com foco em: consequências das mudanças climáticas globais no funcionamento dos ecossistemas, com ênfase em biodiversidade e nos ciclos de água, carbono e nitrogênio; balanço de radiação na atmosfera, aerossóis, gases-traço e mudanças dos usos da terra; mudanças climáticas globais e agricultura e pecuária; energia e gases de efeito estufa: emissões e mitigação; mudanças climáticas e efeitos na saúde humana; dimensões humanas das mudanças climáticas globais: impactos, vulnerabilidades e respostas econômicas e sociais, incluindo adaptação às mudanças climáticas. www.fapesp.br/programas/mudancas-climaticas

Global Land Project (GLP) - Com sede no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em São José dos Campos, SP, é um dos maiores projetos de estudo de mudança de uso da terra do mundo. Os estudos abrangem vários aspectos da degradação ambiental, como perda de biodiversidade, desmatamento, poluição de recursos hídricos e a relação do homem com o ambiente nos continentes do planeta. <http://www.globallandproject.org>

Fontes consultadas: Associação Brasileira de Energia Eólica, The Atlantic Magazine, Balanço Energético Nacional 2015 (EPE/MME), Banco de Informações de Geração do Brasil - ANEEL, BBC, Earth and Mineral Sciences, Encyclopedia of Energy, Energy BC, Energy Quest (California Energy Commission), Harvard Faculty of Arts and Sciences, Howstuffworks, IGBP, Livescience, National Geographic, Nature Climate Change, Nature Magazine, ONU, Penn State, Portal Brasil, Scientific American, Union of Concerned Scientists.





www.inpe.br

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

<http://inct.ccst.inpe.br>

INCT para Mudanças Climáticas

Av. dos Astronautas, 1758 - Jardim da Granja

12227-010 - São José dos Campos - SP

Tel. (12) 3208-6000



Ministério da
**Ciência, Tecnologia
e Inovação**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA