

8ª EDIÇÃO | ABRIL 2022

Inovação

& DESENVOLVIMENTO

A REVISTA
DA FACEPE



MEIO AMBIENTE E ECONOMIA: A URGÊNCIA DE PERCEBÊ-LOS COMO ECOSSISTEMA INTEGRADO

Conservação e uso sustentável
no semiárido como exemplo da
interface natureza e sociedade

Economia Ecológica: o
caminho para a felicidade
humana

Ciência de PE falando
para o mundo: João de
Vasconcellos Sobrinho



Secretaria de
Ciência, Tecnologia
e Inovação



GOVERNO DO ESTADO
PERNAMBUCO
MAIS TRABALHO, MAIS FUTURO.

EXPEDIENTE

FUNDAÇÃO DE AMPARO À CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE PERNAMBUCO

DIRETORIA EXECUTIVA DA FACEPE

JOSÉ FERNANDO THOMÉ JUCÁ
Presidente

PAULO ROBERTO FREIRE CUNHA
Diretor Científico

ARONITA ROSENBLATT
Diretora de Inovação

ANA ROSA DE ANDRADE LIMA
Diretora Administrativa e Financeira

CONSELHO SUPERIOR

JOSÉ FERNANDO THOMÉ JUCÁ
Secretário de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco e Presidente do Conselho Superior e Secretário Executivo do Conselho Superior

CAROLINE MARIA DE MIRANDA MOTA
Professora Titular da Universidade Federal de Pernambuco

GABRIEL ALVES MACIEL
Pesquisador do Instituto Agrônomo de Pernambuco

FERNANDO BUARQUE DE LIMA NETO
Livre Docente da Escola Politécnica de Pernambuco/Universidade de Pernambuco

LEONOR COSTA MAIA
Professora Titular da UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

MARCELO DE ALMEIDA MEDEIROS
Professor da Universidade Federal de Pernambuco - Humanas

MARIA MADALENA PESSOA GUERRA
Professora da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Agrárias

RENATO AUGUSTO PONTES CUNHA
Presidente do SINDAÇÚCAR-PE e da NOVABIO

CLÁUDIO JOSÉ MARINHO LÚCIO
Sócio-Fundador da Porto Marinho Ltda.

AMANDO GUERRA NETO
Diretor-Executivo da Tmed, Desenvolvedora de Produtos e Serviços Médico-Hospitais

JOSÉ OSWALDO DE BARROS LIMA RAMOS
Diretor Regional do Sesc em Pernambuco

REVISTA INOVAÇÃO & DESENVOLVIMENTO

CONSELHO EDITORIAL

Ana Rosa de Andrade Lima
Aronita Rosenblatt
Francisco Saboya
José Fernando Thomé Jucá
Paulo Roberto Freire Cunha
Ricardo de Almeida
Ricardo Leitão

EDITOR-CHEFE

Abraham Sicsú

JORNALISTA RESPONSÁVEL

Daniel França (DRT-PE 3120)

PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO

Gláucio Menezes

ASSESSORIA TÉCNICA

Suele Martins

Editorial

O conflito entre a Rússia e Ucrânia escancarou o cenário de interdependência das maiores economias do planeta. Não há país autossuficiente em todos os produtos necessários ao consumo de suas sociedades. Em certa medida, um produz o que o outro consome, e essa lógica é não-linear. Muito pelo contrário, atua em rede. Gás, petróleo, energia, grãos. Quis a natureza que os recursos necessários ao que se entende por progresso da humanidade estejam distribuídos de maneira não uniforme na crosta terrestre.

A necessidade de ter tudo ao mesmo tempo em todo lugar se choca ao fluxo de produção do local para o global, o que está colocando em xeque a sustentabilidade do planeta. O consumo desenfreado em larga escala representa o perigo do colapso ecológico. Mais que a extinção de animais, plantas, contaminação de águas, isso coloca em risco a existência humana. A Natureza não precisa da humanidade para seguir. Talvez sejamos nós a pedra no caminho dela.

No entanto, essa relação não precisa ser antagônica. Não pode ser. Para o nosso bem e sobrevivência, é preciso ter em mente a necessidade de coexistência e de que tudo está interligado. Esse conceito de Ecologia Integral é a essência da *Laudato Si'*. A encíclica do Papa Francisco é citada no artigo do pesquisador emérito da Fundação Joaquim Nabuco, Clóvis Cavalcanti, que aborda o desafio a interdisciplinaridade trazido pela economia ecológica.

Essa conexão interdisciplinar pode ser observada também no artigo do professor titular da Universidade Federal de Pernambuco Ulysses Paulino de Albuquerque. Entre outros aspectos, ele trata da flora e fauna medicinal no caso específico da caatinga. O banco de dados, embora relativamente grande, ainda traz desafios que limitam a interpretação do potencial desse ecossistema.

A temática do meio ambiente escolhida para este número 8 da Revista Inovação e Desenvolvimento não poderia ficar de fora também do nosso quadro *Cientistas de Pernambuco Falando para o Mundo*. A professora titular do Departamento de Biologia (área de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco), Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel, nos conta a história de um dos fundadores do Instituto de Pesquisas Agropecuárias (IPA), João de Vasconcellos Sobrinho, que se destacou no ensino e pesquisa da área.

A todas e a todos, a equipe da RID deseja uma excelente leitura.

Recife, abril de 2022.



Sumário

6

Artigo - Os desafios para a conservação e o uso sustentável no semiárido
Ulysses Paulino de Albuquerque

13

Entrevista
O papel dos herbários na preservação do meio ambiente

17

Artigo - Economia ecológica: desafio à interdisciplinaridade – uma possível referência para o desenho de sistemas humanos realmente sustentáveis
Clóvis Cavalcanti

25

Facepe em números
Investimentos em Meio Ambiente, Sustentabilidade e Ecologia

27

Artigo - Cientistas de PE falando para o mundo
João de Vasconcellos Sobrinho

32

Artigo - Inovação na Gestão Ambiental
José Antônio Bertotti

38

Artigo - Fuga de Cérebros e o futuro da nossa ciência
Renato Janine Ribeiro

40

Artigo - A Era do hidrogênio verde no século XXI
Roberto Giannetti da Fonseca

46

Dicas de Leitura



ARTIGO

Os desafios para a conservação e o uso sustentável no semiárido

Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque

Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências

Muitas das atuais discussões sobre a conservação dos ecossistemas tropicais derivam, sem sombra de dúvidas, das preocupações com a perda da biodiversidade, sobretudo dos complexos sistemas socioculturais a ela associados. As abordagens que integram as dimensões biológicas e culturais dos ecossistemas brasileiros são ainda raras ou incipientes, limitando, assim, os avanços na busca de alternativas para o uso, o manejo e a conservação dos recursos biológicos. Nesse cenário, as ameaças à biodiversidade podem ser entendidas como ameaças ao modo de vida, às práticas, aos saberes e à subsistência dos povos que dependem desses recursos.

O potencial da flora brasileira, bem como as implicações econômicas, sociais e ecológicas do uso dessa flora, é particularmente desconhecido pela sociedade em geral. Ademais, há a permanência da visão equivocada sobre as populações tradicionais/locais (indígenas, quilombolas, por exemplo) e sobre sua real situação no Brasil e o desconhecimento das perdas biológicas e culturais ocasionadas pelo uso insustentável dos recursos das florestas brasileiras. Apesar da grande riqueza de estudos já realizados e do avanço no conhecimento sobre o uso de recursos

naturais por comunidades locais em todo o mundo, nosso grupo de pesquisa vem noticiando a grande fragilidade de muitos dados coletados para os propósitos de bioprospecção (busca de novos produtos da biodiversidade, como medicamentos), seja por uma coleta de dados inadequada, seja por uma interpretação equivocada do papel das plantas e dos animais medicinais nas práticas de comunidades locais e indígenas brasileiras.

A atual base de dados que dispomos sobre os usos locais da flora e fauna medicinal brasileira, embora relativamente grande, apresenta muitos desafios que limitam nosso poder interpretativo. No caso específico da Caatinga, o esforço mais recente para uma compilação de sua flora medicinal foi realizado por nosso grupo em 2007 e atualizada em 2020-2021, por meio de uma revisão dos trabalhos publicados até o momento. Isso nos levou a propor ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a criação de um Instituto Nacional em Ciência e Tecnologia (INCT) (<https://pt.inctethnobia.com>), que, desde 2017, conta com o indispensável apoio financeiro da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE). A ideia desse novo INCT



Figura 1. Sagui comendo a resina de uma planta na Caatinga.

(Foto: Dra. María Fernanda de La Fuente.)

seria reunir as competências necessárias, pesquisadores e professores de diferentes universidades do Nordeste do Brasil, para levar a cabo um programa de investigação que propicie não só a descoberta de novos produtos de interesse médico e farmacológico a partir da flora e fauna nativa, mas também ao uso sustentável desses recursos naturais. Além disso, o INCT teria uma proposta inovadora no Brasil: promover um estudo sistemático das tradições médicas de primatas não humanos. O que queremos dizer com tradições médicas? Estamos nos referindo a como os animais não humanos, especialmente primatas, usam plantas de seu ambiente para tratar possíveis problemas de saúde, uma vez que, conforme documentado pela literatura científica mundial, muitos grupos de primatas utilizam os recursos naturais para automedicação. Já temos resultados interessantes, a serem brevemente publicados, liderados pela equipe da Dra. Nicola Schiel, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Uma dimensão importante a ser considerada nas pesquisas é como os recursos naturais são utilizados por populações humanas e de que forma isso pode contribuir para estratégias de uso sustentável.

Já sabemos que os seres humanos são altamente dependentes da natureza para diversas finalidades, não importa onde estejamos, e isso está marcado em nossa história e evolução. A partir do registro desse saber, é possível delinear estratégias que aliem a necessidade de conservação e as tradições dos diferentes povos que utilizam esses recursos.

O conhecimento sobre as plantas medicinais, por exemplo, é um dos mais valiosos tesouros da humanidade. Muitos remédios amplamente utilizados e produzidos pela indústria farmacêutica são advindos do que convencionamos chamar de conhecimento popular sobre plantas e animais. Sim, também produzimos remédios a partir de nossa fauna, a exemplo do Captopril (comercializado a partir de diferentes nomes), que é um poderoso anti-hipertensivo obtido a partir do veneno da jararaca. Para ter uma ideia da relevância dos animais na medicina popular, em artigo recente de nosso INCT, liderado pelo Prof. Rômulo Alves, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), documentamos cerca de 521 mamíferos que são empregados para tratar aproximadamente 371 enfermidades em todo o mundo. Isso levou a outra constatação, de que aproximadamente 155 dessas



Figura 2. Muitas plantas medicinais na Caatinga são usadas na fabricação de remédios caseiros, especialmente as cascas do caule

Foto: Dr. André Santos.

espécies estão ameaçadas devido à maneira como são exploradas na natureza.

Com as plantas, a situação não é muito diferente. Todos nós conhecemos plantas que são usadas na medicina doméstica. No Nordeste do Brasil, há plantas muito populares que podem ser encontradas nos mercados formais e informais em diferentes preparados. É o caso, por exemplo, da aroeira do sertão, muito empregada como potente anti-inflamatório de uso tópico. Podemos encontrar essa planta na formulação de diferentes produtos, como sabonetes, tinturas e shampoos. Contudo, o problema é que são raros ou mesmo inexistentes os cultivos de muitas plantas medicinais, o que nos leva a uma situação de ameaça para essas espécies. Em muitos países em desenvolvimento, a sobre-exploração de plantas medicinais está intimamente vinculada ao declínio populacional desses recursos, devido ao uso e à extração ocorrerem de forma insustentável, comprometendo não só a diversidade biológica, mas também as possibilidades de uso futuro pela humanidade.

A divulgação de informação científica nesse contexto torna-se imperiosa, pois ainda vigoram na sociedade conceitos equivocados sobre o uso de recursos naturais, em especial de plantas medicinais (“o que é natural não faz mal”), e os jovens desconhecem ou negligenciam as práticas e os saberes tradicionais (conhecimento este que tem sido a base para o desenvolvimento de novos produtos em todo o mundo). Nesse contexto, o desconhecimento do potencial dos ecossistemas brasileiros é que permite, entre outras coisas, que práticas de biopirataria e degradação dos ecossistemas continuem a acontecer. Por isso, o nosso INCT criou um portal de divulgação científica para popularizar algumas das reflexões geradas a partir das pesquisas realizadas (<https://www.divulgaetnobiologia.com>).

Qual é a relevância estratégica de um INCT estruturado a partir da Etnobiologia?

Qual é a relevância de propor um INCT que integre Etnobiologia, Bioprospecção e Conservação da Natureza? A Etnobiologia é uma ciência cada vez mais em



Figura 3. Extração dos frutos de fava d'anta por comunidades locais do entorno da Floresta Nacional do Araripe no Ceará. Os frutos são comercializados para uma indústria visando a obtenção de uma substância química, a rutina, empregada na fabricação de fármacos e de cosméticos.

expansão e em proeminência, principalmente nos países em desenvolvimento devido à grande diversidade biológica e cultural que pode ser encontrada nessas regiões. Além disso, a problemática ambiental, relacionada ao manejo e à conservação dos recursos naturais, e a necessidade de desenvolver e descobrir novos produtos a partir da natureza, de modo a atender a crescente demanda da humanidade por recursos biológicos, requerem a produção de conhecimento científico e a formação de recursos humanos habilitados para tratar essas questões de forma apropriada do ponto de vista teórico e metodológico. Nesse sentido, o INCT Etnobiologia, Bioprospecção e Conservação da Natureza (INCT-Etnos) visa justamente propiciar a realização de estudos sistematizados que considerem a interface natureza/sociedade e que levem ao desenvolvimento de produtos confeccionados com recursos obtidos de maneira sustentável.

Ademais, não podemos falar hoje em dia sobre conservação da natureza sem considerar todas as dimensões envolvidas, sejam elas científicas, políticas ou ideológicas. Embora incluir os seres humanos nessa discussão, tendo em vista sua condição de agentes transformadores da paisagem e dos recursos natu-

rais, pareça algo óbvio, trata-se, infelizmente, de um aspecto ainda negligenciado. Usualmente, o ser humano é percebido como um fator que afeta os processos ecológicos, mas não como um elemento que interage historicamente com os seres vivos e os diferentes ecossistemas, integrando esses ecossistemas. Nesse sentido, a Etnobiologia surge em nossa pesquisa como um eixo que agrega diferentes perspectivas e abordagens voltadas à interface entre seres humanos e natureza.

Diante disso, poderíamos questionar: o que é Etnobiologia, afinal? A Etnobiologia busca observar, compreender e registrar as relações entre as pessoas (sejam de populações tradicionais ou não) e o ambiente onde elas vivem. Assim, é entendida por muitos como uma disciplina de fronteira que, devido à sua natureza interdisciplinar, permite o diálogo com outros campos do saber. Portanto, é comum vermos antropólogos, ecólogos, biólogos, geógrafos, agrônomos e farmacêuticos, por exemplo, atuando na área a partir de seus interesses de pesquisa. Especificamente na América Latina, a maioria dos pesquisadores atuantes na área é originária das ciências da vida, o que é particularmente mais evidente no Brasil.

Nesse cenário, o programa de investigação do INCT-Etnos objetiva preencher as lacunas de conhecimento científico relacionadas ao uso, ao manejo e ao aproveitamento da fauna e da flora especialmente no Nordeste do Brasil. Assim, o programa visa:

- a) ampliar a formação de recursos humanos acerca da interface entre natureza e sociedade, em parceria com programas de pós-graduação da região, sobretudo com o Programa de Pós-graduação em Etnobiologia e Conservação da Natureza, programa em associação que hoje engloba a UFRPE, UFPE, UPE e UEPB. Associado a isso, a equipe do INCT tem produzido livros, manuais e cartilhas voltadas não só para o público acadêmico. Brevemente, com o apoio do INCT, será lançado o livro **Análises Ecológicas no R** que é um dos materiais mais completos, em português, para as áreas de ecologia, conservação e etnobiologia. Um dos autores é o Dr. Thiago Gonçalves-Souza da UFRPE;
- b) avançar no conhecimento sobre o potencial médico e farmacêutico da fauna e da flora, vinculando tal avanço à conservação desses recursos;

- c) desenvolver estratégias de retorno para a sociedade do conhecimento científico e tecnológico produzido.

Plantas medicinais do Brasil e seu potencial farmacológico

O INCT-Etnos documentou, entre 2020 e 2021, o uso medicinal de centenas de plantas da Caatinga e os diferentes contextos de utilização dessas plantas. Algumas delas, inclusive, constituem objeto de estudos químicos e farmacológicos sobre as suas propriedades medicinais. O Laboratório de Neuroendocrinologia e Metabolismo da UFPE, liderado pelo Prof. Eduardo Lira, tem investigado várias plantas nativas e exóticas brasileiras como alternativas terapêuticas ao tratamento de doenças não transmissíveis e de alta prevalência, como o diabetes mellitus.

Estudando o umbu (*Spondias tuberosa Arruda*), descobriu-se que animais diabéticos tratados oralmente com a casca dessa planta tiveram os índices de hiperglicemia e os sintomas clássicos do diabetes re-



Foto. Dra. Juliana Campos

Figura 4. Dr. Temóteo Silva em pesquisa com quebradeiras de coco babaçu do entorno da Floresta Nacional do Araripe, Ceará.

duzidos, além de apresentarem melhora nos níveis de colesterol total, triglicérides e glicogênio hepático e muscular. Outra planta estudada foi a amoreira (*Morus nigra* L.), planta exótica da Caatinga, que demonstrou ações antidiabéticas importantes, como redução da hiperglicemia, melhorando a tolerância oral à glicose e o perfil lipídêmico e reduzindo o estresse oxidativo em ratos diabéticos. Tais investigações demonstraram que essas plantas possuem segurança terapêutica apenas no caso dos modelos animais estudados, uma vez que ainda são necessários mais estudos para avaliar a sua segurança e eficácia em seres humanos.

Outra abordagem importante diz respeito à variação na composição química das plantas medicinais da Caatinga em função de variações climáticas. O INC-T-Etnos tem procurado entender como a seca e a quantidade de chuvas, por exemplo, podem afetar a concentração de substâncias químicas de valor medicinal nas espécies estudadas. Esses estudos apresentam implicações diretas no que concerne ao aproveitamento dessas espécies enquanto remédios, bem como à própria fisiologia da planta e sua resposta a condições estressantes em seu ambiente.



Figura 5. *Cenostigma microphyllum* (Mart. ex G. Don) E. Gagnon & G. P. Lewis, planta medicinal conhecida popularmente por vários nomes, entre estes “catingueira da folha miúda”. O biólogo Edward Albergaria, durante seu mestrado na UFPE, encontrou que alguns dos compostos químicos, que são de interesse medicinal, variam a sua quantidade em função da pluviosidade.

Prof. Rubens Teixeira de Queiroz

Desafios e perspectivas

A degradação dos ecossistemas semiáridos, associada ao cenário mundial das mudanças climáticas, instaura um desafio a mais para as pesquisas na região, dada a premência de associar as necessidades humanas com a conservação da biodiversidade. A conservação dos recursos naturais no semiárido, em especial da Caatinga, é condição indispensável não somente à preservação da biodiversidade existente e dos seus múltiplos papéis, mas também à manutenção de estratégias de subsistência para um grande número de pessoas que dependem dessas estratégias como principal meio de sobrevivência. O nosso grupo de pesquisa, então, assumiu o desafio de produzir conhecimento que se alinhe a essas importantes demandas.



Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque

*Professor Titular da Universidade Federal de Pernambuco,
Centro de Biociências*



ENTREVISTA

O papel dos herbários na preservação do meio ambiente

(Foto: João R Stehmann HVFF)

Profª Drª Leonor Costa Maia

coordenadora INCT Herbário Virtual da Flora e dos Fungos

Para entender as particularidades das plantas, fungos e algas que ocorrem no Brasil, grupos de pesquisadores da área se organizam em torno do Herbário Virtual da Flora e dos Fungos, que faz parte dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT). Seja para consultas ou desenvolvimento de pesquisas científicas, o HVFF é uma referência internacional. Uma trajetória de credibilidade que vem sendo construída desde 2009, quando iniciou suas atividades. O Herbário Virtual tem como missão facilitar o acesso de dados de qualidade e abertos à sociedade, poder público e comunidade científica, "integrando as informações dos acervos dos herbários do país e repatriando dados sobre coletas realizadas em solo brasileiro, depositadas em acervos no exterior", como informa o site oficial.

O trabalho em rede desenvolvido foi tema de uma entrevista com a coordenadora do HVFF Profª Drª Leonor Costa Maia. A participação de herbários nacionais neste INCT subiu de 25 em 2008 para 140 este ano. Em treze anos de atuação, a participação de herbário de outros países saltou de dois para 24. Confira os principais pontos da entrevista:

Revista Inovação & Desenvolvimento - Uma das linhas de pesquisa do INCT-Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (INCT-HVFF) é "diversidade e taxonomia de plantas e fungos". Basicamente, em que consiste essa linha e qual a importância dela na descoberta de novas espécies?

Leonor Costa Maia - Essa linha consiste no levantamento e estudo taxonômico de espécies de algas, plantas e fungos, de modo a evidenciar quão diversos são esses grupos de organismos no país. Ou seja, por meio de análises morfológicas e filogenéticas as algas, plantas e fungos encontrados na natureza são estudados, devidamente identificados e classificados e depositados em coleções de herbário. Esses estudos também permitem a identificação de espécies ainda desconhecidas para a ciência e a respectiva publicação desses novos táxons.

RID - Outra linha de pesquisa é "uso de dados de ocorrência de espécies para a formulação de políticas públicas sobre diversidade vegetal". A senhora poderia citar exemplos de políticas públicas práticas originadas de estudos do INCT HVFF? Algum case de destaque?

Os dados e imagens das espécies de plantas e fungos reunidos pelo INCT-HVFF, fornecidos pelos mais de 150 herbários nacionais e estrangeiros participantes desta grande rede (Fig. 1), estão disponíveis online de forma livre e aberta a todos os interessados. Os dados sobre a ocorrência de espécies podem indicar áreas importantes para conservação, considerando que apontam, por exemplo, locais com maior riqueza de espécies, assim como a presença de espécies ameaçadas ou endêmicas, ou seja, aquelas que só ocorrem em locais específicos. Essas informações são relevantes, dentre outras, para definir estratégias para preservação ambiental e conservação de espécies ameaçadas.

As unidades de conservação federais, estaduais e/ou municipais podem recuperar informações sobre espécies registradas para suas áreas em segundos, fazendo uma busca na base de dados do INCT-HVFF. Antes disso era uma missão praticamente impossível, uma vez que os dados dos herbários estavam dispersos e nem sempre acessíveis. Essa é uma informação preciosa para os gestores das UCs, que podem selecionar espécies bandeiras para conservação, como aquelas ameaçadas de extinção. Por outro lado, a ausência de registros pode ser um indicativo de que mais pesquisas sobre a flora e a funga precisam ser fomentadas na área, visando suprir as lacunas de conhecimento.

A última avaliação sobre o uso dos dados do INCT-HVFF mostrou que estes vêm sendo usados nas seguintes áreas: Pesquisa (92%); Educação (54%); Políticas públicas (9%); Conservação (40%); EIA/RIMA (12%); Bioeconomia (4%); Curadoria de coleção (18%); Consultoria ambiental (13%); e Outras (3%). Os dados também foram utilizados no desenvolvimento das listas da Flora e Fungos do Brasil, e de Espécies Ameaçadas, bem como no projeto Flora do Brasil online 2020.

O INCT-HVFF também fornece dados ao Sistema Brasileiro de Informação sobre Biodiversidade (SiBBr), ao Global Biodiversity Information Facility (GBIF) e ao Integrated Digitized Biocollections (iDigBio). O GBIF atribui um DOI (digital object identifier) para cada arquivo baixado pelos seus usuários, e solicita que esse DOI seja citado nas publicações produzidas a partir desses dados. Dessa forma, em 2019, 162 publicações citaram o uso dos dados das coleções do INCT-HVFF, em 2020 foram 267 e até agosto/2021 foram 210.

RID - Um dos objetivos afirmados pelo INCT HVFF é a repatriação de dados de amostras coletadas em solo brasileiro, mas depositados em coleções do exterior. Como essa repatriação tem funcionado e diante do que já pode ter sido repatriado, alguma descoberta relevante que podemos ressaltar?

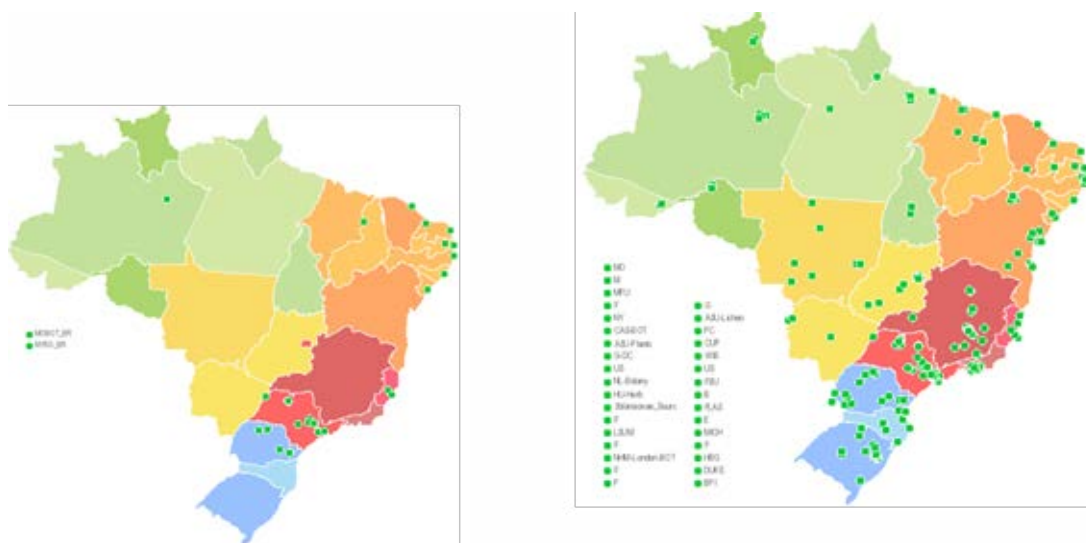


Figura 1. Evolução do número e distribuição dos herbários participantes da rede INCT-HVFF; (A) 2008: 25 herbários do Brasil e dois do exterior; (B) 2022: 140 herbários do país e 24 do exterior.



O que está sendo repatriado são dados (e imagens) referentes a plantas e fungos que foram coletados no país, mas se encontram depositados em herbários no exterior. Esses dados são transferidos via internet, após acordo com o herbário estrangeiro, e incluídos na rede de dados via speciesLink, base informacional do INCT-Herbário Virtual. Atualmente temos 24 herbários repatriando informações, dentre os quais os herbários do Museu de História Natural de Paris, do Jardim Botânico de Nova York, do Smithsonian, do Jardim Botânico de Berlim, e do Real Jardim Botânico de Edimburgo. Destacamos o recém repatriado "Herbarium vivum Brasiliense", ou Livro-Herbário de MarcGrave, naturalista que esteve em Pernambuco durante a ocupação holandesa, no século XVII. Esta é a primeira coleção de plantas brasileiras e talvez a primeira na América Tropical. Ela está depositada no herbário de Copenhague, que permitiu o seu repatriamento pelo INCT-HVFF (<https://youtu.be/3q7xzW1TvM8> | https://sbmic.org/admin/files/docs/file_WBNPToQBsszh.pdf | <http://blog.cria.org.br/2021/02/imagens-de-plantas-coletadas-no-seculo.html>).

Merece destaque também o repatriamento para o Herbário URM (Depto. de Micologia/Universidade Federal de Pernambuco) do fósil de cogumelo mais antigo conhecido até então, com aproximadamente 115 milhões de anos (<http://blog.cria.org.br/2017/06/fossil-de-cogumelo-mais-antigo-com.html>). Nesse caso, foi repatriado o próprio fósil (e não só os dados de coleta), que está conservado em lâminas de rocha calcárea mineralizada. Embora proveniente da Chapada do Araripe, no Ceará, o material estava nos Estados Unidos e foi gentilmente cedido pelo Dr. Andrew Miller, da Universidade de Illinois.

RID - Ferramentas digitais como Exsiccatae, Lacunas, BioGeo e Data Cleaning aparecem no site oficial com destaque e usabilidade amigável ao público em geral. Essas ferramentas foram desenvolvidas no âmbito do INCT ou foram introduzidas como contribuições de outros herbários participantes da rede?

Esses sistemas/ferramentas foram desenvolvidos pelo Centro de Referência em Informação Ambiental (CIA), parceiro do INCT-Herbário Virtual, no âmbito deste projeto e outros associados ao INCT-HVFF,

como Sisbiota (Lacunas e BioGeo) e ReFlora (Exsiccatae). O Data Cleaning é uma ferramenta desenvolvida pelo CRIA para identificar pequenos erros nos dados, como a grafia de nomes, coordenadas geográficas, e outros, e vem sendo aperfeiçoada também no âmbito do INCT-HVFF.

RID - Como a senhora avalia a contribuição do INCT-HVFF na formação de profissionais e pesquisadores da área?

A contribuição do INCT-HVFF na formação de profissionais e pesquisadores da área tem sido relevante. É considerável o número de estudantes, de graduação e pós-graduação, sob a orientação de pesquisadores participantes do projeto e o número daqueles que, na condição de bolsistas de apoio técnico, são supervisionados pelos curadores de herbários da rede. Todos eles estão obtendo formação em taxonomia, gerenciamento de coleções e informática para biodiversidade. Vale destacar ainda os diversos bolsistas Pós-Doc que, ao longo do projeto, contribuíram para estudos taxonômicos nos herbários. Atualmente há mais de uma centena de bolsistas de apoio técnico atuando em herbários da rede INCT-HVFF nos diversos Estados do país. Além daqueles diretamente envolvidos com o projeto, o herbário virtual online é fonte para pesquisa, teses de doutorado, dissertações de mestrado e trabalhos de conclusão de curso.



Prof.ª Dr.ª Leonor Costa Maia

coordenadora INCT Herbário Virtual da Flora e dos Fungos

(Foto: João R Stehmann HVFF)





ARTIGO

Economia ecológica: desafio à interdisciplinaridade – uma possível referência para o desenho de sistemas humanos realmente sustentáveis

Clóvis Cavalcanti

Aposentado como Pesquisador Emérito da Fundação Joaquim Nabuco, e Professor adjunto da UFPE. Presidente de Honra da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (EcoEco). Ex-Presidente da Sociedade Internacional de Economia Ecológica (ISEE)

1. Introdução

No modelo vigorante do economista típico, a economia é vista como sistema isolado, sem meio ambiente, ignorando o ecossistema, que é a moldura biofísica do sistema econômico real. Ela ignora de igual maneira a importância da felicidade para a vida social. Na realidade, as pessoas buscam, sobretudo, ser felizes. Como seria a realidade se o mote, ao invés de aceleração do crescimento econômico, fosse de aceleração da felicidade? Certamente, se precisa olhar o sistema econômico sob outra ótica, não como sistema isolado, mas como sistema aberto, com entradas e saídas de matéria e energia. É exatamente aqui que surge novo campo de trabalho, o da Economia Ecológica. As Leis da Termodinâmica despontam nele com significado decisivo, do mesmo modo que a busca da felicidade humana. Trata-se de explicar como o *desejável* (a felicidade) cabe nos limites do *possível* (a natureza). Sustentabilidade tem a ver com isso. Mas só se consolida com o cimento do afeto.

Convencionou-se que a ciência é o mundo da razão. Falar com o coração – e para o coração – não cabe no modelo científico vigente. Todavia, considero que o amor seja uma das duas bases da sustentabilidade. Penso assim, seguindo a linha de reflexão do admirável poeta e ensaísta americano Wendell Berry. Que, em Washington, em 2012, propôs que é pelo afeto que surge a possibilidade de uma economia gentil, amável e conservativa. Isso, mais o fato de que o abuso da terra não pode fazer brilhar o futuro humano, levando, pelo contrário, à destruição de comunidades, famílias, pequenos negócios, e assim por diante, impõe a necessidade de se conservar a riqueza e a saúde (*wealth and health*, em inglês) da natureza. O conceito de sustentabilidade, segundo Berry, requer que o ciclo da fertilidade – nascimento, crescimento, maturidade, morte – deva girar continuamente, de modo que nada se perca. É assim que funciona, efetivamente, a natureza. Para que o

mesmo aconteça nas mãos dos humanos, deve haver também um ciclo cultural em harmonia com o ciclo da fertilidade. O ciclo cultural consistiria no que se entende por sustentabilidade. Berry conclui: “O ciclo da fertilidade gira pela lei da natureza. O ciclo cultural gira pelo afeto”.

Como fazer o mundo, o Brasil, nossa comunidade girar pelo afeto? É pelo despojamento do materialismo crasso, pela adoção de princípios de humildade, simplicidade, afetividade – como no contexto do Taoísmo e como o Papa Francisco expõe em sua notável carta-encíclica *Laudato Si'*, de maio de 2015. É pelo respeito e contemplação da natureza, sentindo que estamos dentro dela, que só existimos por causa dela (as suas leis se impõem sobre quaisquer outras). É por causa do amor que dá sentido à busca da felicidade, a que todos nós aspiramos. Sem dúvida, temos que amar a vida, a natureza, nossos semelhantes, a biodiversidade, a perfeição do modelo dos ecossistemas. É assim que poderemos trabalhar no sentido de uma vida que valha a pena, que promova o bem-estar humano e de todas as formas de vida, como se propõe na filosofia exemplar da Felicidade Nacional Bruta (ou GNH, da abreviação em inglês), adotada desde 1972 no fascinante Reino do Butão – que visitei em 2013.

2. A economia e o meio ambiente

Partindo daí, penso que podemos vislumbrar a existência de um anteparo afetivo para sistemas humanos de qualquer tipo, verdadeiramente sustentáveis. A agricultura industrial, por exemplo, não é uma invenção que se originou no campo – como lembra Berry. Tampouco, se pode dar a ela o predicado de gentil. A agricultura forjada originalmente, cuja trajetória seguiu a rota campesina e que foi sempre praticada no mundo, resulta de séculos ou milênios de experiência, observando-se a natureza e seu funcionamento, através de processos de tentativa e erro. Nunca mediante intervenções agressivas de origem externa que signifiquem rompimento com modelos tradicionais, intervenções de resultados incertos, incapazes de poder ser antecipados na linha evolutiva de trabalho sempre seguida. Os cultivos de remota origem cronológica constituem uma

forma de agricultura – como a dos povos indígenas – que precisava, antes de tudo, observar princípios de sustentabilidade, de convivência amistosa com a natureza. Pois, seu contrário, a versão insustentável, simplesmente não garantiria a perenidade do futuro humano, devido a riscos desconhecidos quanto à conservação da riqueza e da saúde da natureza que métodos concebidos em laboratórios como os de P&D atuais muitas vezes contêm.

Uma questão que cabe indagar, a meu juízo, é de que forma se pode contribuir para a busca da felicidade – desejo que sempre moveu a espécie humana como parte básica de seu projeto vital. Sobretudo, quando se nota que vivemos em um mundo do culto da economia, do culto do mercado, do culto do dinheiro e dos valores expressos em moeda, o que leva a um inequívoco embrutecimento – e visão linear – da vida. Nesse processo, alimenta-se um desprezo sistemático a valores como o da compaixão, como o de reverência à natureza, como o da precedência da vida, de que resulta um tratamento que é destruidor do meio ambiente, e da paz e sossego de comunidades humanas. E, se não se dá tratamento respeitoso aos seres humanos, que esperar do que for atribuído às outras espécies?

O resultado final do modelo vigorante é a importância exagerada e absurda conferida no mundo inteiro ao crescimento econômico, a exemplo da veneração do PIB (cujo significado é completamente monetário), e da primazia, no Brasil, em certo momento, do PAC – o Programa de Aceleração do Crescimento. Como seria a realidade se o mote, ao invés, na nossa sociedade, fosse o da “aceleração da felicidade”? Ou o do desenvolvimento sem crescimento da economia, sem aumento do PIB? Penso que o grande economista e pensador que foi Celso Furtado (1920-2004), também meu professor na Universidade de Yale em 1964-1965, tinha toda a razão quando falou do desenvolvimento econômico como um mito. Mito moderno, que move as sociedades não porque se tenha comprovado que o aumento do PIB conduz a maior bem-estar, mas porque se acredita – trata-se de um credo, não de verdade científica – que mais economia, mais produção, eleve ou melhore necessariamente as condições de vida de toda a sociedade.



A realidade brasileira de 500 anos de civilização ocidental mostra que uma ganância insaciável, diante da opulência natural de nossa terra – ressaltada pelos primeiros cronistas que aqui estiveram –, levou ao que Warren Dean (1932-1994), um historiador da natureza, classificou como a “entronização da entropia”. É sob essa percepção que se deve concluir que não interessa que o mundo entre em colapso, como está acontecendo nas cidades de países em desenvolvimento como o Brasil, mediante a proliferação de espigões terríveis e a invasão incontrolável de carros nas ruas e praças urbanas, exíguas ou limitadas pelo próprio desenho das cidades. O fruto desse processo é o roubo de um espaço que é das pessoas – afetando de forma negativa a alegria da convivência entre habitantes de um mesmo tecido social. Existe a suposição de que tudo isso seria “o preço do progresso”. Na verdade, de um suposto progresso, porque baseado unicamente no consumo crescente de todo tipo de bugiganga.

Esse é o legado de uma visão da atividade econômica alimentada pela ciência dominante da economia – não necessariamente no seu perfil neoclássico –, devido ao fato de que ela ignora de forma completa o significado do meio ambiente, do ecossistema, da biosfera, da moldura biofísica na configuração do

sistema econômico real – ignorando de igual maneira a importância da felicidade para a vida social. Classifico essa perspectiva como “visão econômica da economia”, conforme já expus em artigo, na revista Estudos Avançados, da USP, em 2010. A inexistência de meio ambiente no modelo dos economistas implica a idéia de que a economia flutue no vácuo, sem conexão com o exterior. Constituiria assim o que, na Física, se identifica como sistema isolado, de que o exemplo comumente citado é o do universo. A natureza é tratada pela economia-ciência como uma externalidade. Seria como representar um animal somente com sistema circulatório, sem aparelho digestivo. Na concepção do paradigma econômico que governa o mundo, o sistema que lhe corresponde não possui nem entradas nem saídas (de materiais e energia), como em qualquer situação do mundo real em que existem processos de transformação energética e de matéria. Ele não retiraria recursos de uma fonte; tampouco despejaria dejetos num depósito de lixo. Em outras palavras, seu impacto ambiental é nulo. Dessa forma, fica fácil entender por que ninguém quer abdicar de um estilo de vida, que, para quem contempla o quadro da mudança climática global, por exemplo, está levando à completa ruína ecológica do planeta.

Sem admitir a dimensão dos impactos ambientais da atividade econômica (que são custos verdadeiros), como, de fato, combater a moda e sua futilidade, o consumo de muitas formas de embalagem, de comidas, de bebidas, de modelos de carro? Como pensar em dificultar as viagens aéreas, com o dispêndio absurdo de combustíveis fósseis que os aviões realizam? Como agir no sentido de fazer com que o petróleo seja menos consumido, de mostrar que o chamado pré-sal constitui um engodo? Como procurar reduzir as horas de trabalho e aumentar as de lazer inteligente, de contemplação da natureza, de convivência fraterna entre as pessoas, de longas caminhadas, quando o que se quer é trabalho incessante para elevação do PIB? Todas essas coisas correspondem a uma vigorosa rejeição do paradigma de vida frenético atual que impõe o consumo de bens de todo quilate, alguns deles nocivos à saúde humana, como os refrigerantes. Não se pode conceber que haja decréscimo da produção, mantidos os padrões de consumo, que levam ao colapso. Há, sim, a necessidade de abandono da fórmula consumista que permite, por exemplo, a elevação da produção e construção de novas refinarias de petróleo. É preciso rejeitar o automóvel, evitar seu uso e sua fabricação, evitar o lançamento anual de novos modelos. Usar a bicicleta, colocando-a no espaço urbano dos carros, constitui uma das providências mais básicas nesse marco, do mesmo modo que a expansão do transporte público. Como constitui também a prática de uma agricultura em sintonia com os ciclos da natureza, suave, amável, de predicados sustentáveis e que não

represente agressões ao equilíbrio ecológico de que depende a sustentação da vida – nem leve igualmente a agressões contra aqueles que a praticam.

3. Economia ecológica (EE)

Desse raciocínio, elaborado por pessoas de várias áreas científicas, inclusive da economia convencional, tradicional, dominante, vai surgir uma perspectiva que procura demonstrar a necessidade de se olhar o sistema econômico sob outra ótica. Não como o sistema isolado do economista típico, sistema isolado que não cabe no mundo real, onde não existe economia sem meio ambiente, embora, sim, meio ambiente sem economia. Mas como sistema aberto, com entradas e saídas de matéria e energia. É exatamente aqui que surge novo campo de trabalho, a que se atribuiu o nome de Economia Ecológica (poder-se-ia denominá-lo de Ecologia Econômica com igual propriedade). E que eu designo como a “visão ecológica do sistema econômico”. Uma proposta nessa direção – que ficou ignorada durante muito tempo – foi a do químico britânico Frederick Soddy (1877-1956), vencedor do Prêmio Nobel de Química de 1921. Apesar de formado nas ciências exatas, Soddy aventurou-se numa visão crítica do modelo de sistema econômico dos economistas. Fez isso em quatro livros, um dos quais, de 1926, tem o sugestivo título de *Wealth, Virtual Wealth and Debt* (riqueza, riqueza virtual e dívida). Nele, Soddy propõe uma ciência econômica com raízes na física, e em particular nas duras Leis da Termodinâmica.



Segundo ele, deve-se criticar a compreensão apenas monetária dos fluxos que se movimentam dentro da economia (produção, consumo, serviços dos fatores produtivos), como se concebe na ciência econômica hegemônica, uma vez que a riqueza “real”, a que de fato interessa à sobrevivência das pessoas, é derivada do uso de energia para transformar materiais em bens e serviços físicos. Isso não tem nada a ver com uma caracterização puramente monetária da produção e consumo do sistema econômico. Soddy aponta uma diferença fundamental entre riqueza real – a que se manifesta em instalações, objetos, bens de consumo, galinhas, enxadas, fios de transmissão de energia – e riqueza virtual, na forma de dinheiro e dívida (papéis). A verdadeira riqueza é regida por leis físicas como a inescapável Lei da Entropia, da Termodinâmica, do espontâneo decréscimo da riqueza. A riqueza real apodrece, enferruja, se desfaz ou se erode com a idade, enquanto dinheiro e dívida – como dispositivos contábeis inventados pelos humanos – estão sujeitos apenas às leis da matemática. Em vez de declinar, a riqueza virtual, sob a forma de dívida (papéis), acumulando-se com o beneplácito das taxas de juros compostos, vai efetivamente crescer sem limites, explosivamente (espontâneo crescimento da dívida). Soddy usou exemplos concretos para demonstrar o que considerava uma falha na ciência da economia com sua base exclusiva no dinheiro. “Dívidas” – escreveu – “estão sujeitas às leis da matemática, e não às da física. Diferente da riqueza, que é governada pelas leis da Termodinâmica, as dívidas não apodrecem com o envelhecimento e não se desgastam ao longo do processo de vida. Ao contrário, elas se expandem de forma cumulativa, de tanto ou quanto por cento ao ano, segundo as conhecidas leis matemáticas de juros simples e compostos”. Para Soddy, seria “essa confusão subjacente entre riqueza e dívida o que [fazia] uma tragédia da era científica”.

A imagem do sistema econômico como um mecanismo tem absoluto domínio na visão econômica da economia. Contudo, raros economistas seguem essa metáfora até suas conclusões lógicas finais, como a de que, igual a qualquer máquina, a economia deve retirar energia de seu exterior, o meio ambiente. É aqui que se encontra a situação que demanda o que a economia ecológica propõe: uma “visão ecológica

da economia”. Ou seja, a inserção do sistema econômico no âmbito do ecossistema envolvente – sujeita à capacidade de fornecimento de recursos e à de absorção de dejetos. A primeira e a segunda leis da Termodinâmica proíbem aquilo que se conhece como moto perpétuo, situações em que máquinas criariam energia do nada ou a reciclariam infinitas vezes. Na verdade, como sistema isolado, sem entorno, o modelo de economia dos economistas, na percepção física, pareceria capaz de gerar riqueza ilimitadamente. Não há outra forma de entender que ele possa se expandir continuamente sem avançar sobre seu entorno – o que gera aquilo que o ecólogo canadense William Rees batizou de “pegada ecológica”. Enquanto a riqueza real, essa que se apalpa, possui natureza concreta, a invenção dos ativos financeiros (dinheiro, ações, derivativos, títulos) oferece abstrações. Contudo, se o cálculo do crescimento da dívida for físico, se a brincadeira consistir, por exemplo, em colocar grãos de trigo (ou de arroz) num tabuleiro de xadrez, começando com um grão na primeira casa, 2 na segunda, 4 na terceira, 8 na quarta, e assim sucessivamente, duplicando de cada vez a quantidade de grãos, quando se chegasse à 64ª casa do tabuleiro (uma impossibilidade física), se teria erguido uma montanha que alcançaria a Lua! Sua massa seria aproximadamente de 18,45 quintilhões de toneladas métricas, o equivalente a 1.645 vezes a produção mundial de trigo de 2014. Não haveria meio ambiente no planeta capaz de comportar tal expansão.

Como disse Alfred North Whitehead (1861-1947), “As formas mais elevadas de vida estão ativamente empenhadas em modificar o seu meio ambiente. No caso da espécie humana esse ataque efetivo ao meio ambiente – a geração da pegada ecológica – é o fato mais notável de sua existência”. O ataque se desdobra em três etapas: (i) viver (seria a “obrigação” do ser vivo), (ii) viver bem (não viver de qualquer jeito), e (iii) viver melhor (progredir, buscar mais qualidade, um fenômeno cultural). “A função primordial da razão”, completa Whitehead, “é direcionar o ataque ao meio ambiente” para promover a arte da vida – algo que vai se definir de acordo com cada cultura em particular. Ou seja, a sociedade (e a economia nela contida) depende do ecossistema. Ataca-o inevitavelmente. É sua única alternativa para que haja vida. Faz todo sentido, pois, raciocinar com o sistema de referência

que a economia ecológica propõe. Na cosmovisão da economia tradicional, cartesiana, iluminista, nenhum papel é atribuído ao sistema ecológico (inexistência de pegada). A natureza é vista aí como um almoxarifado gigante, sendo tratada como serva dos humanos. E o tratamento do bem-estar humano é reduzido ao consumo material, gerando-se confusão entre a noção de felicidade e um consumo sem fim (e sem fins). Com a formulação da economia ecológica, procura-se adotar uma visão orgânica, holística, socioambiental da realidade. Não mais se trata o sistema econômico como mecanismo; passa-se a vê-lo como um sistema complexo, da índole de um organismo. Entende-se que matéria e energia, os constituintes básicos do universo, transitam livremente dos circuitos naturais aos circuitos sociais ou econômicos, e vice-versa, levando a uma situação coevolutiva. Ou seja, a sociedade humana não existe num vácuo ecológico. Ela se origina a partir do metabolismo social da natureza, que é uma condição pré-social, natural e eterna, independente de qualquer forma histórica, como bem o explica o mexicano Víctor Manuel Toledo.

4. Modelo da economia ecológica

No modelo da economia ecológica, parte-se de um sistema Sol-Terra como o apresentado na Fig. 1, em que uma corrente irreversível, da fonte quente para o fundo frio do espaço, aciona os circuitos produtivos naturais dos ecossistemas terrestres. Nessa circulação, ocorre uma perda (irreversível) de qualidade da energia, quando esta se transforma em calor (energia térmica) irre recuperável. Ela se degrada, tendo começado com ordem (baixa entropia) e terminando menos ordenada, elevando sua entropia (que é uma medida da perda ocorrida). Dessa forma, a qualidade da energia cai.

As Leis da Termodinâmica explicam a transformação de energia que ocorre em todos os processos da Natureza. Como subsistema do ecossistema, necessariamente, a economia está também sujeita às Leis da Termodinâmica, o que constitui um axioma da economia ecológica, como explicado por Georgescu-Roegen (1906-1994). Essas leis são (primeira) a da

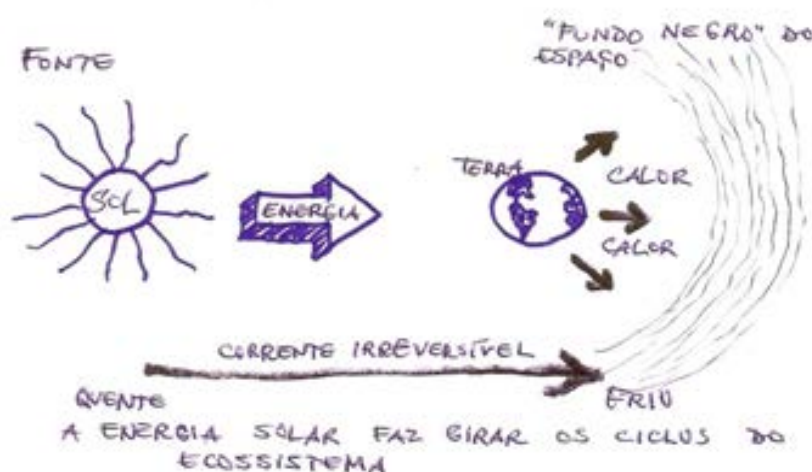


Figura 1 – Sistema Sol-Terra de circulação de energia

conservação: a quantidade de energia antes de um processo é igual à quantidade de energia depois do processo. E (segunda) a da degradação, cujo enunciado é o de que a entropia (medida da desordem; energia que não se pode mais usar; existe, mas não produz trabalho: energia dissipada) tende a um máximo. Ou seja, quanto mais energia usada, mais energia dissipada (sob a forma de calor). O que implica a não reciclagem da energia. O físico austríaco-irlandês Erwin Schrodinger (1897-1961), Prêmio Nobel de Física de 1933, em seu belo livro *What is Life?*, explica que viver significa sugar baixa entropia – ordem – do meio ambiente (e liberar alta entropia – desordem – para o meio ambiente). Como pôde a ciência econômica dominante ignorar tal princípio de funcionamento dos processos naturais, válido em todo o universo? Mas é isso o que efetivamente acontece.

Na perspectiva da economia ecológica, a produção de bens e serviços existe como base para obtenção da felicidade humana. E o que é a felicidade? Um fluxo imaterial que se pode imaginar como o gozo da vida, a arte de viver, o nirvana do hinduísmo, o “satori” do zen-budismo, o summum bonum (bem supremo), de São Tomás de Aquino, a eudaimonia, de Aristóteles. Na visão de Georgescu, pensar em produção e consumo requer que se explique que o processo que deles dá conta começa retirando recursos de uma fonte e finda devolvendo lixo a uma fossa (Fig. 2). Em outras palavras, extrai matéria e energia de baixa entropia para transformá-las e as restitui com alta entropia ao ambiente que o abriga. Nesse sentido, trata-se de um fluxo unidirecional que começa com recursos e termina com lixo – o “fluxo entrópico”, da classificação de Georgescu; ou o “throughput”, de Kenneth Boulding (1910-1993), batizado em português de “transumo” pelo cearense Osório Viana. Não parece haver mistério na explicação que aí se contém. Ela retrata uma realidade de fácil constatação. Apenas, nunca figurara (nem figura) na abordagem básica da ciência econômica dominante. Aceitá-la e tentar incorporá-la constituiria (e constitui) uma revolução nos métodos de explicação da economia tradicional.

Para Georgescu, o que os economistas convencionais concebem é que o sistema econômico, além de isolado, é um sistema autocontido e a-histórico. A ciência da economia não oferece qualquer sinal de reconhe-

cimento do papel dos recursos naturais no processo econômico. Conclui Georgescu:

Se a economia considerasse a natureza entrópica do processo econômico, poderia ter sido capaz de alertar seus companheiros de trabalho no aprimoramento da humanidade – as ciências tecnológicas – de que “maiores e melhores” máquinas de lavar, automóveis e superjets conduzem necessariamente a “maior e melhor” poluição.

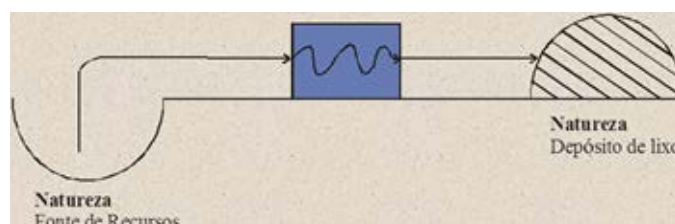


Figura 2 – Modelo extrair-transformar-descartar

Como já visto, o modelo convencional da economia ignora as leis da Termodinâmica. Na visão de Georgescu, em essência, e do ponto de vista material, o que o processo econômico faz é transformar riqueza em waste (lixo). Resulta daí que, quanto mais rápido for o processo econômico, tanto mais depressa sujeira se acumulará. No entanto, Georgescu se apressa em ressaltar que “seria extremamente absurdo pensar que o processo econômico só exista para produzir lixo”. Acrescenta então que “o produto verdadeiro desse processo é um fluxo imaterial, de gozo da vida”. Crescimento perene, sustentável, pois, *ad infinitum*, cabe nessa dimensão, a do gozo da vida, em virtude de sua imaterialidade. Em outras palavras, crescimento sustentável da economia é uma impossibilidade termodinâmica como proposta de longo prazo. Crescimento da felicidade, não.

Lamentavelmente, o efeito da busca do crescimento econômico ilimitado pela sociedade atual levou à introdução da idéia de que é necessário crescer, que essa é a prioridade absoluta da sociedade (caso do PAC, no Brasil). Na verdade, o crescimento virou mito moderno: trata-se de um **credo**; ninguém sabe por que

o quer. Simplesmente, por puro ato de fé, acredita-se que seja bom. Atribui-se, por exemplo, ao crescimento a fórmula ou meio para se fazer aparecer emprego. Contudo, numa sociedade tradicional (tribal, indígena), que não cresce, não há problema de emprego (trabalha-se menos e todos trabalham). Na veneração do crescimento, nem um pouco se pensa nos custos ambientais e humanos do processo – que são reais e intensos. E a política econômica revela pouco conhecimento da dimensão biofísica dos processos socioeconômicos – ignorando o que William Rees chama de *overshoot* (ultrapassagem da pegada ecológica sobre a capacidade regenerativa e assimilativa da natureza, que já é da ordem de 70 por cento hoje, no mundo). Isso faz com que a sociedade só se refira aos seus produtos econômicos, estimados em valor monetário, ignorando completamente a condição dos processos ecológicos subjacentes. Na moldura da concepção vigente, a economia ecológica surge para recordar que *o desejável não pode ultrapassar os limites do possível*. Sustentabilidade tem a ver com isso. Mas só se consolida com o cimento do afeto.

É assim que, pelo raciocínio de Rees, a mudança climática não é a verdadeira ameaça existencial, e sim o *overshoot*. Este ocorre quando as pessoas usam energia e bio-recursos mais rapidamente do que os ecossistemas podem regenerar e acima da capacidade assimilativa de poluição da natureza. O *overshoot* é um meta-problema, a causa da maioria dos chamados “problemas ambientais”, incluindo as mudanças climáticas. Ele indica que nós, humanos modernos, estamos consumindo, poluindo, destruindo a base biofísica de nossa própria existência. Daí que o *overshoot* seja, em última análise, uma condição fatal.

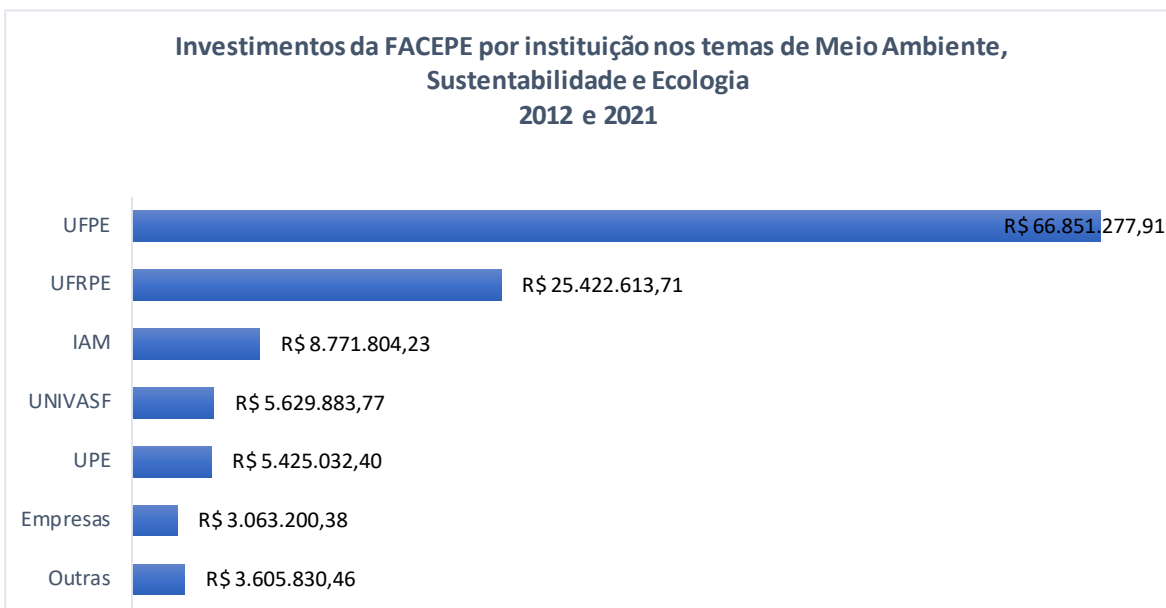
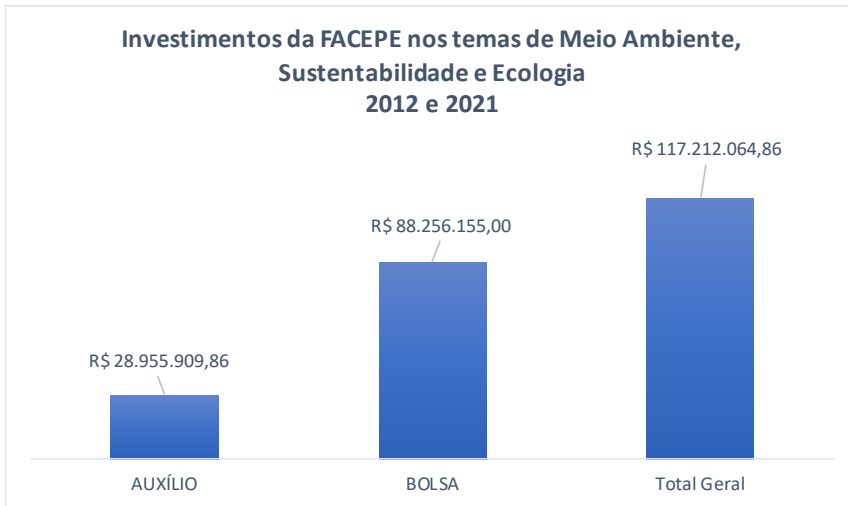


Clóvis Cavalcanti

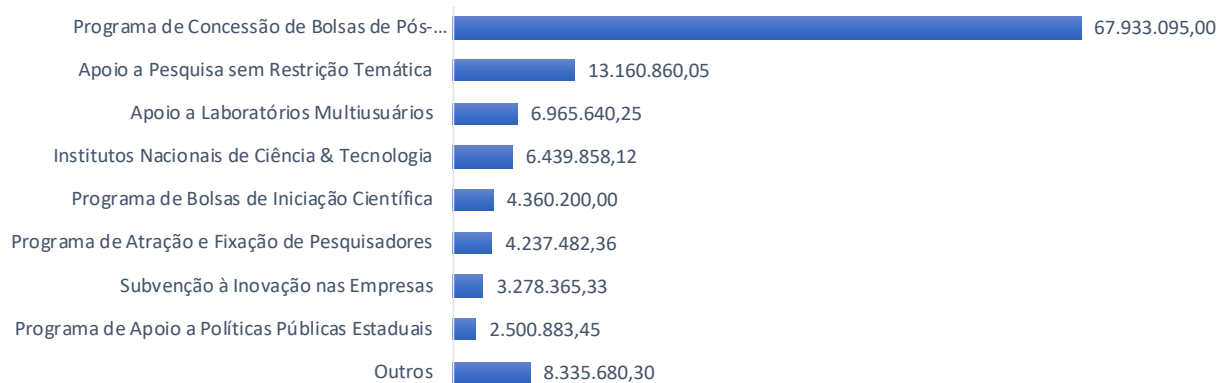
Aposentado como Pesquisador Emérito da Fundação Joaquim Nabuco e Professor adjunto da UFPE. Presidente de Honra da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (EcoEco). Ex-Presidente da Sociedade Internacional de Economia Ecológica (ISEE)



Facepe em números



**Investimentos da FACEPE por programas nos temas de Meio Ambiente,
Sustentabilidade e Ecologia
2012 e 2021**



ARTIGO

Cientistas de PE falando para o mundo: João de Vasconcellos Sobrinho

Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel

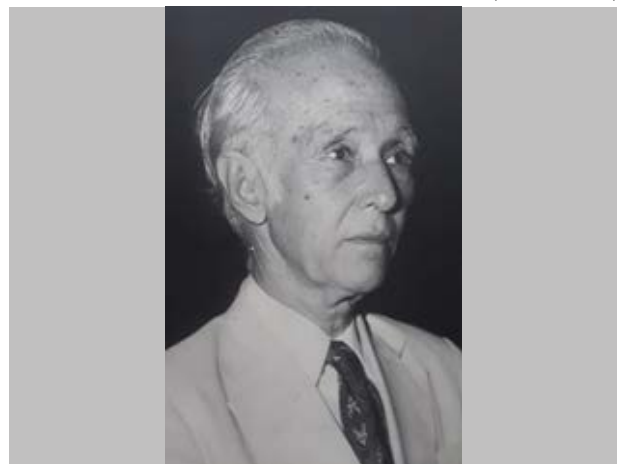
Professora Titular do Departamento de Biologia-Área de Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco

**João de Vasconcellos Sobrinho (1908-1989)
Autoridade em Meio Ambiente na América Latina**

Vida e Obra

João de Vasconcellos Sobrinho se destacou por atividades de ensino e pesquisa envolvendo o Meio Ambiente. Sempre uma pessoa gentil e de fácil acesso para todos os que se aproximavam dele, estimulando o conhecimento e o desenvolvimento de estudos, especialmente sobre a condição de semiaridez, condição ambiental característica para grande parte do território do Estado de Pernambuco.

O professor Vasconcellos Sobrinho, como foi sempre conhecido, cidadão pernambucano, nasceu em 28 de abril de 1908, em Moreno, e nos deixou, aos 81 anos, em 04 de maio de 1989, em Recife. Filho de José Francisco Correia de Vasconcelos e Rita Pinto de Vasconcelos, João Vasconcelos Sobrinho, se graduou como Engenheiro Agrônomo, em 1928, pela Escola Superior de Agricultura de São Bento, atualmente a Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE.



(Foto: Acervo UFRPE)

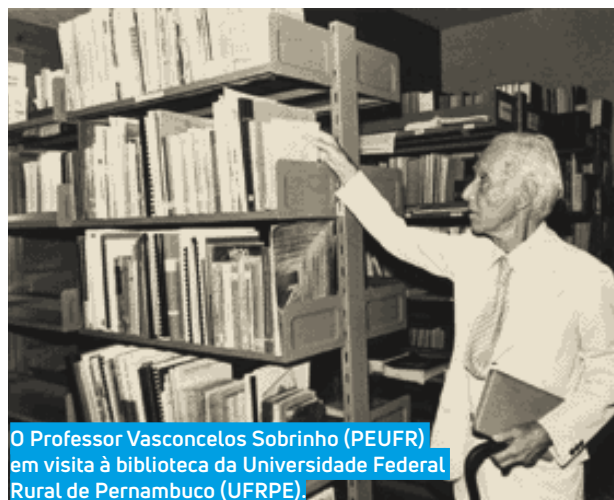
Fotografia em exposição no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Desde jovem esteve envolvido em ações ambientais e muitas foram as realizações relevantes de que participou diretamente.

Vasconcelos Sobrinho participou da criação do Instituto de Pesquisas Agronômicas-IPA, em 1935, onde fundou e chefiou a seção de Botânica no período entre 1935 e 1937. Foi idealizador do herbário do IPA e, juntamente com pesquisadores renomados, como Phillip von Luetzelburg, Bento Pickel e Dárdano de Andrade Lima, contribuiu para um importante suporte técnico e científico para pesquisadores, professores e estudantes em diferentes níveis acadêmicos, de diferentes instituições públicas e particulares, além do público em geral. Em 1939 participou da criação e foi o primeiro diretor do Jardim Zoobotânico de Dois Irmãos, atualmente o Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), um parque ecológico e Unidade de Conservação da Mata Atlântica, ocupando uma área originalmente de 387,4 ha e, a partir de 2012, com adição de 774 ha, perfazendo um total de 1.161ha, na cidade do Recife-PE. O Parque apresenta contribuição valiosa na educação ambiental e na reprodução de animais em cativeiro, além de ser um espaço de lazer e educação para o público em geral e funcionar como área de refúgio para animais do entorno que não estão em cativeiro, contribuindo para a manutenção da biodiversidade.

Em 1961, durante seu curso de graduação, juntamente com um professor de botânica, o biologista, botânico alemão e monge beneditino, Dom Bento José Pickel, descobriu um exemplar de pau-Brasil, considerado extinto na época (<http://herpetomasto-pe2008.free.fr/spip.php?article9>).

Em 1975, o local da descoberta veio a se constituir na Estação Ecológica de Tapacurá, destinada ao desenvolvimento de pesquisas variadas e espaço de ensino-aprendizagem. Anteriormente, esta estação foi a Escola Superior de Agricultura São Bento, com uma área de 794 hectares recoberta por vegetação de Mata Atlântica. Atualmente é um Campus Avançado da UFRPE utilizado por professores e estudantes do Departamento de Biologia, em atividades curriculares e extracurriculares, aplicando procedimentos de estudo, pesquisa e comportamento ecológico, na preservação da biodiversidade e do equilíbrio am-



O Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR) em visita à biblioteca da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

(Foto: Acervo UFRPE)

biental. É um espaço destinado à produção e fornecimento de mudas de árvores de espécies nativas para ações de reflorestamento e restauração de áreas em recuperação.

Em 2009, os Professores Argus Vasconcelos de Almeida e Maria Adélia Borstelmann de Oliveira produziram o material didático intitulado "A História da Estação Ecológica do Tapacurá (São Lourenço da Mata, PE) baseada no Relatório de Vasconcelos Sobrinho de 1976", descrevendo, com detalhes, a criação e ações que ocorriam naquela época.

Em 1963 foi Reitor da UFRPE e, como professor, criou as disciplinas Ecologia Conservacionista, primeira disciplina de ecologia ministrada no Brasil, Ecologia Geral e Conservadorismo, Ecologia da Conservação e Desertologia, inéditas no ensino da Ecologia no Brasil. Dedicou-se ao tema Desertificação, o que na época não foi bem recebido pela comunidade científica, por considerarem um exagero na interpretação de sinais ambientais e projeção de cenários futuros. Foi Professor Titular de Botânica da UFRPE e Professor Catedrático da cadeira de Botânica Tecnológica da UFPE, Participou da fundação e direção da Estação Ecológica de Tapacurá, em 1975, como uma de suas ações como professor da UFRPE.

Ao abordar o tema desertificação no Nordeste do Brasil, ganhou notoriedade nacional e internacional e, em consequência disto, foi indicado pelo Governo do Brasil como seu principal representante na Conferência

das Nações Unidas sobre Desertificação, em 1977, em Nairóbi, Quênia (<https://www.alepe.pe.gov.br/propocao-texto-completo/?docid=6422&tipoprop=p>).

Em 2014, ocorreu a Exposição Comemorativa dos 35 anos da Associação Pernambucana de Defesa da Natureza- ASPAN no Memorial da UFRPE. O Professor Vasconcelos Sobrinho sempre apoiando as atividades relativas à preservação da vegetação estabelecida na, então, mata do Engenho Uchôa e da região de Suape, no início de sua instalação em Pernambuco.

Neste evento se destacaram suas ações na preservação da Mata da Pimenteira, em Serra Talhada, atualmente Parque Estadual Mata da Pimenteira (PEMP), completando 10 anos de sua criação em 2022. Ele foi criado pelo Decreto Estadual 37.823, de 30 de janeiro de 2012, localizado no Município de Serra Talhada, é, atualmente, uma Unidade de Conservação da Natureza, no âmbito do Estado de Pernambuco, inserida na categoria de Grupo de Proteção Integral. Encontra-se na mesorregião do Sertão, na microrregião do Vale do Pajeú, nos limites da Fazenda Saco, propriedade do Instituto de Pesquisas Agronômicas – IPA, distante 3 km ao norte do centro urbano. O Parque tem uma área total de 887,24 ha e recebe o título de 1ª Unidade de Conservação do Estado de Pernambuco no Bioma Caatinga. É uma área relevante na preservação de espécies nativas, endêmicas e em risco de extinção, além de se constituir em um fragmento remanescente de vegetação de Mata Atlântica. É utilizada na promoção de uma educação ambiental, visando a conscientização da população da sua riqueza e importância na preservação de espécies animais e vegetais, além de contribuir para o equilíbrio ecológico do Bioma Mata Atlântica.

Foi um dos fundadores da Academia Pernambucana de Ciências (1978) e membro do seu primeiro Conselho Científico. Também foi um dos fundadores da ASPAN, em 1979.

Em palestra proferida pela Professora da UFRPE, Maria Adélia Oliveira Monteiro da Cruz, “A UFRPE em Defesa do Meio Ambiente”, em 05 de junho de 2020, durante evento promovido pela ADUFERPE, “ADUFERPE na Quarentena”, a mesma relata que, em resposta ao estímulo do Professor Vasconcelos

Sobrinho, “em 05 de junho de 1979, Dia Internacional do Meio Ambiente, no recém-inaugurado auditório da Pró-Reitoria de extensão da UFRPE, ocorreu a assembleia de fundação da Associação Pernambucana de Defesa da Natureza-ASPAN”, resultando na sua criação, visando ampliar as ações em defesa da biodiversidade.

Homenagens

Como consequência de sua atuação constante em defesa do Meio Ambiente e estímulo para pesquisadores, estudantes e público em geral na conscientização do equilíbrio ecológico da natureza, o Professor Vasconcelos Sobrinho recebeu inúmeras homenagens.

Uma das iniciativas de Vasconcelos Sobrinho foi a criação do Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (ESA), criado em 1961, e pertencente à antiga Escola Superior de Agricultura (ESA). Atualmente, o Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho (PEUFR), pertencente ao Departamento de Biologia, Área de Botânica da UFRPE, foi registrado no Index Herbariorum e recebido o código PEUFR. Este herbário iniciou com a reunião de coleções de vários professores e pesquisadores, entre elas as de Bento Pickel, Vasconcelos Sobrinho e Dárdano de Andrade Lima, e doações de outras instituições. É um espaço relevante na guarda de material botânico, hoje com mais de 51.000 espécimes catalogados, contemplando as Angiospermas e Algas, incluindo as coleções do Herbário da SUDENE (HSDB), Coleção de Algas (PE e outros estados das regiões Nordeste, Sudeste, Sul e países estrangeiros), Pteridophyta (PE, AL), Flora da Caatinga, Flora dos Brejos de altitude (PE) e Floresta atlântica (PE).

A Lei 2.796, de 07 de junho de 1983, denominou o Parque Natural Municipal de “Professor Vasconcelos Sobrinho”, em Caruaru-PE, na área da Fazenda Caruaru, na Serra dos Cavalos, 1o Distrito do Município de Caruaru. Posteriormente, a Lei 4.822, de 24 de julho de 2009, renomeou para “Parque Natural Municipal Prof. Vasconcelos Sobrinho” com uma área aproximada de 359 ha. Este parque está localizado a apenas 3 km do centro urbano do Município de Caruaru-PE e abriga uma vegetação de brejo de altitude (800 a 950m acima do nível do mar), com

exuberante e rica vegetação serrana, remanescente de Mata Atlântica, preservando mananciais hídricos que abastecem a população.

A Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional – FADURPE, uma entidade de direito privado, sem fins lucrativos, criada por professores da UFRPE, em 31 de outubro de 1984, que objetiva o estímulo às atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão e prestação de serviços técnicos, administrativos e científicos, em níveis Municipais, Estaduais e Regionais, instituiu o Projeto Sala Verde – Vasconcelos Sobrinho, coordenado pelo Departamento de Educação Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (DEA/MMA), funcionando com Centros de Informação e Formação Ambiental, visando o desenvolvimento de programas, projetos e ações envolvendo questões ambientais.

A Companhia Independente de Policiamento do Meio Ambiente, conhecida como CIPOMA, criada em 18 de dezembro de 1989, pelo Decreto Estadual No 14.147, uma unidade da Polícia Militar que realiza policiamento ostensivo em defesa do Meio Ambiente em todo o Estado de Pernambuco, incluindo o Arquipélago de Fernando de Noronha, criou a “Companhia Ecológico Vasconcelos Sobrinho” como homenagem às ações em defesa da natureza, da qualidade de vida da população e destaque nas pesquisas em Ecologia do Professor Vasconcelos Sobrinho.

Em 1990, a Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH instituiu o Prêmio Vasconcelos Sobrinho visando “reconhecer, divulgar e incentivar boas práticas socioambientais em prol do desenvolvimento sustentável e da preservação e manutenção do meio ambiente. O concurso instituiu sete categorias: Bem-estar animal; Inovação Tecnológica; Pesquisa Ambiental; Projeto e Prática Educacional; Destaque Municipal; Destaque da Imprensa e Personalidade do Meio Ambiente.

A Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco (ALEPE), por meio da Lei 17.102, de 29 de outubro de 2020, adotou o Professor João de Vasconcelos Sobrinho como Patrono do Meio Ambiente e da Sustentabilidade de Pernambuco (<https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=53300&tipo=TEXTORIGINAL>).

Na justificativa do Projeto de Lei Ordinária 1501/2020, que originou a citada Lei, foram apresentadas algumas das atuações do eminente cientista, as mais relevantes, como Diretor do Serviço Florestal do Ministério da Agricultura, Consultor da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, Diretor do serviço de Inspeção Florestal e Proteção à Natureza de Pernambuco, Diretor do Centro Pernambucano da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza e Membro da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Foram destacadas suas obras: “As regiões naturais de Pernambuco, o meio e a civilização”, “As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização”, “Metodologia para identificação dos processos de desertificação: manual de indicadores” e “Processos de desertificação ocorrentes no Nordeste do Brasil: sua gênese e sua contenção”. Apresentou centenas de palestras, muitas vezes alertando para a poluição atmosférica ser causadora de chuva ácida. Foi autor de, aproximadamente, 30 livros e diversos artigos, todos abordando temas voltados para a ecologia e conservação do meio ambiente. Atuou sempre alertando para problemas envolvendo a desertificação no Nordeste do Brasil. Foi autor dos livros: “Estudos e Observações sobre as Matas de Pernambuco (1937), O Problema Florestal do Nordeste (1940), As regiões naturais de Pernambuco, o meio e a civilização (1949), Regiões Naturais do Nordeste (1971), Catecismo da Ecologia (1982) e Desertificação no Nordeste do Brasil (coletânea de trabalhos publicados pelo Departamento de Recursos Naturais da Sudene, 2002)”.

O Dia Nacional da Caatinga, criado pelo Decreto Presidencial, de 20 de agosto de 2003, **é comemorado no dia 28 de abril**, em homenagem ao Professor Vasconcelos Sobrinho, um dos maiores estudiosos deste bioma totalmente brasileiro.

A Resolução N^o5/2003 do Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE) regulamentou o “Prêmio Vasconcelos Sobrinho”, em 30 de abril de 2003, no Artigo 93 de sua Lei Orgânica, Lei Estadual n^o 10.651, de 25 de novembro de 1991, instituiu o Concurso de Monografia Vasconcelos Sobrinho, em homenagem a este Ecológico de notoriedade reconhecida nacional e internacionalmente.

A UFRPE, em abril de 2012, homenageou seu criador, Professor e ex-Reitor dando seu nome a um edifício destinado a aulas teóricas e práticas, em nível de Graduação, onde funciona o Centro de Ensino de Ciências Agrárias - Edf. João Vasconcelos Sobrinho (inicialmente chamado CEAGRI II), onde funciona o Departamento de Computação, com aulas e as coordenações dos Cursos de Graduação: Bacharelado em Ciência da Computação, Licenciatura em Computação e Sistema de Informação. Neste mesmo local funcionam as aulas para os Cursos de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental, Engenharia Florestal e Gastronomia.



Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel

Professora Titular do Departamento de Biologia-Área de Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco

À Guisa de Conclusão

Concluiremos este breve artigo sobre este admirável Ecólogo, o Professor Vasconcelos Sobrinho, com a letra de sua autoria, para o Hino da UFRPE. O arquivo do áudio do Hino da UFRPE está disponível em <http://www.ufrpe.br/br/content/hino-da-ufrpe>.

HINO DA UFRPE

*Salve tu oh Rural que abraças
Este vasto Nordeste em missão,
Gente heróica tuas luzes aclaram
Desde o mar pelo agreste ao sertão*

*Alma Mater fecunda que espalhas
Nobres filhos tão grande extensão.
O teu nome honraremos na vida
Na ciência, trabalho e ação.*

*Construímos a Pátria e buscamos
As riquezas do solo explorar,
Cariris, São Francisco, Araripe
Para sempre abundância nos dar.*

*Se um dia hesitantes na vida
A saudade de Ti acordar,
Há de ser tua amada lembrança
Que pra frente nos há de guiar*

Letra: Professor João Vasconcelos Sobrinho

Composição musical: Pe. Jaime Diniz



ARTIGO

Inovação na Gestão Ambiental

José Antônio Bertotti

Ex-secretário estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco

Introdução

Um futuro que envolva a sustentabilidade e a biodiversidade do planeta, mas também os empregos, a geração de renda e o cuidado com as pessoas devem ter certos elementos como pedras fundamentais. Boa gestão, investimentos, pesquisa, inovação, inclusão e participação social são aspectos basilares que devem guiar o caminho para o desenvolvimento sustentável.

A biodiversidade é vital para a sobrevivência de toda a vida na Terra e é o alicerce dos bens e serviços ambientais que permitem que as sociedades humanas prosperem. Se não conservarmos a biodiversidade global, fazendo o nosso dever de casa local, as projeções indicam para tendências negativas de biodiversidade e ecossistemas que devem prejudicar o progresso das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados a pobreza, fome, saúde, consumo e produção sustentáveis, água, cidades, clima, oceanos e terra.

A emergência no enfrentamento à crise climática, que aponta para a urgência de reduzir as emissões

de gases de efeito estufa e aumentar a resiliência das comunidades aos seus efeitos, associada ao desafio imposto pela pandemia do covid-19, trouxe para a discussão mundial, a necessidade de planos e ações que façam com que os investimentos necessários para a retomada econômica pós-covid-19 promovam um desenvolvimento focado na descarbonização, com investimentos em tecnologias verdes, a exemplo do New Green Deal promovido pela União Europeia, e dos anúncios do governo chinês de que atingirá seu pico de emissões em 2030 e, em seguida, começará a cortá-las para atingir uma pegada de carbono neutro até 2060.

Dentro desse contexto, é fundamental que inovação, gestão e responsabilidade socioambiental estejam presentes para a superação dos desafios que se apresentam. O estado de Pernambuco promoveu ao longo dos anos investimentos em Ciência e Tecnologia, constituindo a primeira Fundação de Apoio a Ciência do Nordeste ainda no ano de 1984. Conta com um conjunto de Universidades Públicas e Privadas

das e com diversos Centros de Pesquisa e Inovação além de dois Parques Tecnológicos. Esse conjunto de Instituições integra o Sistema Estadual de Ciência e Tecnologia que atua diretamente junto a empresas, governos e entidades da sociedade civil produzindo conhecimento aplicado para dar solução aos problemas relacionados ao processo de desenvolvimento do estado bem como dinamizando nossas cadeias produtivas. O processo de construção de um modelo de desenvolvimento que possa ser classificado como sustentável demanda mudança de paradigma nos atuais processos produtivos, seja pela substituição de matrizes energéticas que hoje são as vilãs do aquecimento global, ou pelo modelo de distribuição de renda brasileiro que nos tornou um dos países com a maior concentração de renda. A Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade tem atuado em diversas frentes de ação para dotar o estado de uma política consolidada de crescimento econômico que possa incluir as pessoas através de empregos qualificados, que não agridam o meio ambiente e pelo contrário possam regenerar áreas degradadas por desmatamento irregular e uso inadequado do solo. Programas por exemplo de recuperação de nascentes das principais bacias hidrográficas combinado com sistemas agroflorestais tornaram-se a espinha dorsal da recuperação de nossa biodiversidade permitindo a recarga hídrica de nossos rios com produção de alimentos. Nesse sentido, é fundamental observarmos ações e iniciativas que estão sendo realizadas, o que faremos a seguir.

A crise climática e Pernambuco

Pernambuco tem sua política de mudança do clima desde 2010, e desde então tem desenvolvido diversas ações buscando a mitigação de emissão de GEE e a adaptação aos efeitos da mudança climática. Em 2019, foi elaborado o primeiro inventário de gases de efeito estufa do Estado. Durante 2020, Pernambuco construiu no Fórum Pernambucano de Mudança Climática uma lista de ações para a redução de emissões de GEE, nos setores de Resíduos, Energia e Indústria, Uso do Solo e Transporte, visando a redução de emissões de GEE. Como pressuposto, sempre consideramos nesse processo, a necessidade de as ações de mitigação estarem associadas ao desenvolvimento econômico e à melhoria de qualidade de vida no Estado.

Pernambuco assumiu na COP 26 realizada em Glasgow, o compromisso de se tornar neutro em emissões de carbono até 2050, e integra diversas iniciativas globais e nacionais para o avanço na descarbonização, como a comunidade global de governos subnacionais pelo clima Under2 Coalition, Iclei, a campanha da UNFCCC Race to Zero e a Carta dos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente pelo Clima (Carta ABEMA).

Para apoiar o cumprimento desse compromisso foi iniciado a elaboração de um plano com metas e ações para a descarbonização da economia do estado no horizonte temporal pretendido. Portanto, foi proposta a construção de um Plano de Descarbonização para o Estado de Pernambuco, contando com o apoio do projeto Parceria Estratégica para a Implementação do Acordo de Paris (SPIPA, do inglês Strategic Partnerships for the Implementation of the Paris Agreement). O SPIPA é uma iniciativa internacional conjunta da União Europeia (UE) como Ação de Instrumento de Política Externa e o Ministério de Meio Ambiente da Alemanha- BMU no contexto da Iniciativa Climática Internacional (IKI), sendo a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ) a implementadora dessa iniciativa.

A construção desse processo que ocorre desde 2019 sempre contou com as principais universidades no nosso estado e importantes instituições de pesquisa, através das reuniões do Fórum Pernambucano de Mudança do Clima e das Câmaras Técnicas formadas para contribuir com a elaboração do Inventário de GEE (2015-2018) e do Plano de Descarbonização de PE. No dia 16/03/2022 o Governador Paulo Câmara publicou o decreto que institui o Comitê de acompanhamento do plano de descarbonização que engloba quatro setores: energia e indústria, uso do solo, resíduos sólidos e transportes. Esse comitê cuidará de efetivar 12 medidas que contam com 46 tecnologias, algumas já maduras e em condições de serem aplicadas e outras portadoras de futuro que precisam ser desenvolvidas e aplicadas ao setor produtivo em Pernambuco para a efetiva implementação do plano. Essas tecnologias foram elencadas através de um modelo multicritério junto aos membros do Fórum Pernambucano de Mudança do Clima tornando-se o primeiro plano no âmbito de um estado América Latina a ser dotado de instrumento específico a ser mo-



nitorado, reportado e verificado com vistas a acompanhar ao longo dos anos a efetiva implementação das ações, o cumprimento de suas metas e o impacto causado nas emissões de gases de efeito estufa no estado de Pernambuco.

Os esforços na resiliência do Semiárido

Outra importante parceria com renomadas instituições de pesquisa foi o Projeto do Zoneamento das Áreas Suscetíveis à Desertificação em Pernambuco. O estudo é resultado de uma cooperação entre a Embrapa Semiárido (Petrolina, PE), a SEMAS e a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene).

O Zoneamento apresenta dados, informações e análises sobre o grau de suscetibilidade à desertificação em que se encontram os 123 municípios do Estado localizados na região semiárida. Este é um importante instrumento para a elaboração de planos, programas, projetos e políticas públicas de desenvolvimento sustentável.

O documento faz parte da Política (Lei nº 14.091/2010) e do Plano de Ação Estadual de Combate à Deserti-

ficação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAE/PE), e atende ao Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN Brasil), do Ministério do Meio Ambiente. Este trabalho fornece um cenário atualizado de onde acontece o problema e em que estado ele está.

Explorando novas fontes de energia em Pernambuco Também pudemos colaborar com uma importante cooperação do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE) e a empresa americana Wave Water Works para o desenvolvimento de tecnologia própria que gera energia elétrica por meio da captura da energia contida nas ondas do mar. O equipamento está realizando testes diversos, instrumentação e a transmissão de dados por exemplo, no porto de SUAPE em pleno mar. O projeto pode abrir a possibilidade para novas patentes e inovações para o IFPE, e dar a chance ao Instituto de ser pioneiros na geração de energia maremotriz no Brasil e na América Latina.

Na área de resíduos sólidos construímos o projeto *Addressing the energy, water, food and climate nexus through organic waste to energy solutions in the Metropolitan Region of Recife*, junto à Organização das

Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO|ONU) e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação de Pernambuco (SECTI), por meio de sua Usina Pernambucana de Inovação. A parceria entre a Fundação, Instituições de Ciência e Tecnologia, Organização, Secretarias e Prefeituras tem o objetivo de fortalecer o plano de resíduos sólidos da Região Metropolitana do Recife. No escopo do projeto estamos desenvolvendo estudos que vão mostrar a viabilidade de produzir biogás em Fernando de Noronha. Na Ilha são produzidas 430 toneladas de resíduo orgânico por mês em Noronha que recebe cerca de 100 mil turistas por ano antes da pandemia. Os custos de trazer o lixo orgânico de navio para o continente fica em torno de R\$ 12 milhões anualmente nos últimos três anos, também antes da crise sanitária. O projeto com a UNIDO certamente irá apontar para novas rotas tecnológicas para lidar com a problemática.

Gestão das Unidades de Conservação

O Estado de Pernambuco conta com 89 Unidades de Conservação que protegem mais de 400.000 hectares de biomas nativos em todo o estado. No entanto apenas 13 dessas unidades contavam com Plano de Manejo e Conselhos Gestores estabelecidos. Por isso foi instituído pela SEMAS/CPRH o Programa UC Pernambuco que tem como objetivo a promoção de soluções integradas no que diz respeito à gestão ambiental de Unidades de Conservação estaduais.

No âmbito do Programa, tem-se como primeira iniciativa a execução do Projeto intitulado “Elaboração de Estudos Ambientais e Instrumentos de Inovação para a Gestão Ambiental e Conservação da Biodiversidade em Unidades de Conservação de Pernambuco”, tendo como instituição executora a Associação Instituto Tecnologia de Pernambuco (ITEP/OS), a partir de contrato específico celebrado entre a SEMAS e o ITEP/OS. Iniciado em março de 2021, o projeto será desenvolvido em 2 anos.

A iniciativa visa a realização de estudos e proposições relacionadas a 47 Unidades de Conservação, abrangendo áreas dos biomas Caatinga e Mata Atlântica e ecossistemas associados, incluindo 32 municípios. As UCs são distribuídas nas diversas regiões do Estado, em áreas do sertão, agreste, zona da mata, região me-

tropolitana e litoral. As principais etapas / produtos deste projeto referem-se à: Elaboração de Diagnósticos Socioambientais, Composição de Conselhos Gestores, Elaboração de Planos de Manejo, Monitoramento Remoto dos Fragmentos Florestais e Proposta de Corredores Ecológicos.

Nesse contexto, tem-se o desafio de formular, de maneira técnica, participativa e integrada, instrumentos que sirvam de forma eficiente à gestão de Unidades de Conservação no Estado de Pernambuco, considerando as mais diversas particularidades, seja do ponto de vista socioambiental, seja pela necessidade de atuação simultânea de distintos atores nos quais as nossas universidades e instituições de pesquisa são a principal fonte de dados primários bem como participantes ativos do processo de elaboração desses instrumentos.

Uma das UCs mais visitadas de Pernambuco é o Parque Estadual Dois Irmãos que conta com uma área preservada de 1156 ha, além de um Jardim Zoológico voltado para atividades de educação ambiental, conservação e pesquisa científica. Recentemente o Conselho Gestor da UC aprovou o Novo Plano Diretor que direciona para presença exclusiva de espécies da fauna nativa de PE, notadamente Mata Atlântica e Caatinga, consolidando sua missão de Unidade de Conservação e pesquisa. Várias Universidades de Pernambuco possuem convênio com o PEDI, dentre elas se destaca a Universidade Federal Rural. O Parque é um campo de estudo riquíssimo em termos de biota, 27 projetos de pesquisas foram realizados em 2019.

Em parceria com membros da SEMAS, da CPRH e docentes da Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto-GEOSERE/Universidade Federal Rural de Pernambuco, concebeu-se um modelo de monitoramento ambiental remoto das Unidades de Conservação, via imagens de satélite e veículos aéreos não-tripulados autônomos. Se trata de um real caso do uso de ferramentas tecnológicas em prol da conservação. Representará a multiplicação dos olhos dos estados nos territórios sob sua responsabilidade, além de fonte de informações técnicas subsidiadoras para a tomada de decisão em prol da preservação das Unidades de Conservação estaduais.

Fernando de Noronha rumo à neutralidade de carbono

Com base no Projeto “Noronha Carbono Neutro”, lançado em 2013, iniciou-se um processo de para definir ações em diversos campos para mitigar e compensar emissões de GEE para que o arquipélago se torne um território neutro em carbono. A neutralidade em carbono implica que o território não estará mais impactando o clima do planeta através do acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera – causa do aquecimento global.

Nesse sentido, em parceria com o Grupo Neoenergia, o Governo do Estado, vem empreendendo iniciativas para a diversificação da matriz energética da Ilha a partir de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento e outros investimentos. Oriundas dessas ações com a Neoenergia, desde 2017, já foram inauguradas duas usinas solares (Noronha I e II) que juntas geram entre 10% e 15% da energia da Ilha.

Em agosto de 2020, o Governo de Pernambuco assinou um Acordo de Cooperação Técnica com a Celpe visando debater a diversificação da matriz energética da Ilha. Um primeiro projeto inserido no Acordo é o projeto de mobilidade elétrica para a Ilha de Fernando de Noronha e está sendo desenvolvido com recursos de R\$ 19 milhões oriundo do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O projeto visa fomentar a inserção da mobilidade elétrica de forma ambientalmente sustentável e associada à expansão da geração na Ilha de Fernando de Noronha por meio de soluções e modelos de negócio baseados no uso de Veículos Elétricos em atividades de turismo, serviços públicos e operações da administração local e da Celpe. Será expandido o número de módulos de armazenamento de energia com a criação de ecopostos que vão captar energia do sol e abastecer os veículos elétricos; com isso contribuirão para aumentar a capacidade de produção energia renovável.

Todas essas iniciativas estão sendo discutidas pelo Comitê de Inovação e Incentivo Economia de Baixo Carbono. Além das representações do governo e da sociedade civil, outras empresas do setor de energia ou afins estão interessadas na temática e tem colaborado com o debate.

O enfrentamento à crise do derramamento de petróleo

É importante ainda lembrar do grande desafio que foi o enfrentamento ao derramamento de petróleo nas praias do nosso litoral no segundo semestre de 2019. À época, foi realizado um grande esforço de monitoramento e avaliação permanente da crise. Foi formado um Comitê que posteriormente colaborou na complexa investigação acerca da origem do vazamento. Esse comitê contou com a participação de diversas instituições, técnicas, científicas e especializadas, brasileiras e estrangeiras, exigindo conhecimento em várias áreas de estudo: oceanografia, meteorologia, química do petróleo e seus derivados, modelagem matemática, estatística e criminalística.

Foi possível juntar esforços com os estados da região Nordeste quando foi convocada uma reunião com representantes da área ambiental dos estados atingidos pelo aparecimento de manchas de óleo no litoral, em Pernambuco, coordenado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade. O encontro contou com a participação de gestores públicos de Alagoas, Sergipe, Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba;

Ainda no contexto da crise do petróleo, a FACEPE incentivou a atuação em rede de pesquisadores, através do lançamento de um edital que financiou estudos de impactos e mitigação da contaminação por petróleo no Litoral de Pernambuco. O Edital previa o uso de R\$ 2,4 milhões, com 62 projetos submetidos, e doze selecionados nas áreas das Ciências Agrárias, Biológicas, Exatas e Engenharias.



Comentários conclusivos

Temos clareza de que devemos enfrentar os desafios que se apresentam à gestão ambiental sempre embasados na ciência em busca da inovação de processos produtivos que não agridam o meio ambiente, formando novos modelos de negócio que sejam inclusivos e gerem emprego e renda para nossa população. Os riscos enfrentados por ignorarmos as ameaças de destruição ambiental devem ser encarados com ampliação de proteções e políticas ambientais consistentes. É necessário tomarmos medidas urgentes para nos proteger da crise climática global, acolhermos os empregos verdes, estimularmos a economia sustentável, caminhando em direção à transição para uma economia neutra em carbono.

Os chamados investimentos verdes precisam ser parte de uma transição mais ampla para uma trajetória que consolide um novo modelo de desenvolvimento que seja sustentável. E Pernambuco não tem faltado à pauta. Pelo contrário, o nosso estado se destaca no cenário nacional quando se trata de medidas no enfrentamento à crise climática e seus reflexos no âmbito local.



José Antônio Bertotti

Ex-secretário estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco



ARTIGO

Fuga de Cérebros e o futuro da nossa ciência

Renato Janine Ribeiro

Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)

Não temos dados seguros sobre a fuga de cérebros. Cada vez que eu ou algum outro dirigente de sociedade científica é entrevistado, os jornalistas nos pedem números. Não dispomos deles. O mais próximo que temos é um cálculo engenhoso, pelo CGEE, que seu presidente Márcio de Miranda Santos expôs na comemoração pela SBPC do Dia do Fico. É um trabalho ainda em andamento, mas indicava que possivelmente teríamos 2 mil cientistas brasileiros que nos últimos anos deixaram o país por outros centros. Se calcularmos que doutoramos 20 mil pessoas ao ano, 2 mil ao longo de alguns anos não chega a ser um número extraordinário. Mas há que passar da quantidade à qualidade.

O que pude perceber, especialmente quando fui diretor de Avaliação da Capes, entre 2004 e 2008, foi que nossos pesquisadores são muito resilientes. Fazem o que podem para ficar aqui. Pode ser amor ao país, aos costumes, às pessoas queridas. Pode ser vontade de devolver ao Brasil o que este lhes deu. Pode ser vontade de fazer uma diferença. Mas o fato é que ficam, mesmo em condições de trabalho bem inferiores às que teriam em grandes centros.

Mas esta é uma situação insustentável. Lembra o período inicial do governo Lula, quando muitos doutores não tinham colocação profissional. A grande expansão do ensino superior, especialmente público, permitiu absorver muitos dos nossos doutores. Mas é óbvio que deveremos titular cada vez mais (mestres e) doutores, portanto, necessitaremos ter colocação para eles. E não por corporativismo, mas simplesmente porque (1) estamos formando pessoas de alta qualificação, (2) na sociedade e economia do conhecimento é preciso cada vez mais gente qualificada. Este é um dos círculos virtuosos que a ciência proporciona às sociedades que nela investem.

O Brasil vem andando na contramão há vários anos. Faz o contrário do que os países desenvolvidos praticam. O que mais me impressiona é que o debate econômico, pelo menos na grande mídia e entre os decisores políticos, ignora o que é voz corrente na grande mídia liberal – digamos, no *The Economist*, uma espécie de bíblia do liberalismo. Pois o que dizem os apóstolos do desenvolvimento econômico pelo mercado? Que o principal fator, hoje, é a ciência somada à educação. Não são as taxas de juros. Nem mesmo a pri-

vatização assume mais tanta importância, haja vista o vigor com que a China, com uma economia com setor privado forte mas controle estatal ainda maior, avança. O decisivo são a ciência e a educação.

A ciência, para encontrarmos soluções para problemas num mundo em risco de exaustão ambiental e social. Um exemplo simples: os mais pobres querem, com justiça, um nível de consumo melhor, que os aproxime dos mais ricos. Querem, por exemplo, comer carne. Mas é viável toda a população mundial ter o padrão de consumo dos estadunidenses? Não. Então precisamos de vários movimentos: 1) melhorar o padrão de consumo dos mais pobres, 2) de uma forma ambientalmente sustentável, 3) ao mesmo tempo que discutimos se é o caso de reduzir o consumismo entre os mais ricos ou se há soluções ambientalmente amigáveis que permitam mantê-lo.

Já a educação é o que forma pessoas para lidarem com este mundo mais complexo. A recente notícia de que 96% dos alunos que se formam no ensino médio do Estado de São Paulo simplesmente não sabem resolver uma equação de primeiro grau é assustadora. Ela é sinal de uma deficiência na formação gigantesca. Como poderemos formar pessoas, para a sociedade e economia do conhecimento, se ele é tão pouco incorporado nas mentes de nossos jovens, de nossos compatriotas?

Tudo isso requer políticas bem diferentes das adotadas nos últimos anos. Devemos garantir o futuro de nosso País, assegurando uma educação de qualidade – área em que há muita pesquisa boa, o que parece faltar é vontade política – e uma ciência que aproveite os nichos em que o Brasil pode ser excelente, e que não são poucos. Nossa ciência existe e resiste. Fará parte desta resistência a colocação profissional de nossos (mestres e) doutores, mas isso tudo pertence a um projeto de país que necessita ser explicitado e contar com a adesão ampla da sociedade.



Renato Janine Ribeiro

Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC)



ARTIGO

A era do hidrogênio verde no século XXI

Roberto Giannetti da Fonseca

Economista e empresário, ex-Secretário Executivo da Câmara de Comércio Exterior – CAMEX e Presidente do LIDE ENERGIA e da Kaduna Consultoria.

Para muitos o título deste artigo pode parecer pretensioso, mas eu não creio que o seja. Assim como o século XX poderia ser definido como a ERA DO PETRÓLEO, não considero exagerado imaginar o papel central que o H2Verde deverá ter na profunda reestruturação da matriz energética mundial nos próximos anos e décadas a porvir.

Descrito tecnicamente pela primeira vez no século XVI e produzido artificialmente pelo alquimista suíço T. Von Hohenheim (também conhecido como Paracelso, 1493–1541)¹ por meio da reação química entre metais e ácidos fortes, o Hidrogênio é o elemento mais abundante no universo, compondo 75% da matéria normal por massa do universo. A maior parte do hidrogênio do nosso planeta está na forma de compostos químicos, sendo este o terceiro elemento mais abundante na superfície da Terra.

Desde o final do século XIX e ao longo de décadas do século XX, houve uma predominância majoritária dos combustíveis fósseis, aí incluídos o petróleo, o gás natural, e o carvão mineral, seja na geração termo-

elétrica, seja na forma de combustíveis automotivos, ou ainda como matérias primas petroquímicas. Os combustíveis fósseis assim pode-se dizer, sustentaram o processo de industrialização mundial, mas por outro lado foram também os maiores responsáveis pelas emissões de CO₂ e outros Gases de Efeito Estufa (GEE).

A indústria em geral passou a dar mais atenção para o Hidrogênio durante momentos de risco de escassez no suprimento de petróleo, seja durante a Segunda Guerra Mundial de 1940 a 1945, ou posteriormente por ocasião da primeira grande crise do Petróleo nos anos 1970. Entretanto devido aos altos custos de produção associados do Hidrogênio, e as subsequentes melhorias na oferta de petróleo, carvão, e gás natural, restringiu-se a época uma aplicação mais abrangente deste vetor energético, que permaneceu restrito a poucas aplicações industriais até os dias de hoje. Por que então agora, já no limiar da terceira década do século XXI, reaparece com tanto destaque um interesse mundial na utilização do H2Verde como alternativa preferencial na reestruturação da matriz energética

1 <https://pt.wikipedia.org/wiki/Paracelso>

global? Podemos listar três fatores determinantes que impulsionaram este mercado nos últimos anos e falaremos, de forma resumida, sobre cada um deles:

1) Questões climáticas e a retomada econômica pós-pandemia da COVID-19.

Desde as primeiras Conferências Mundiais sobre o Clima realizadas no ano de 1972 em Estocolmo, seguida de outra no ano de 1979 em Genebra, e finalmente a Rio92 no Brasil, a Organização das Nações Unidas, juntamente com a comunidade acadêmica tem apresentado estudos científicos e promovido debates técnicos com a participação de lideranças globais e diferentes setores econômicos objetivando sensibilizar os povos e nações sobre o grande risco que tudo isto representa.

A questão central deste debate é encontrar um ponto de equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a manutenção do meio ambiente. A busca por esta convergência foi determinante para cunhar o conceito de **Desenvolvimento Sustentável**, termo utilizado pela primeira vez no *Relatório Brundtland*. Este relatório, elaborado em 1987, sob a coordenação da então Primeira-Ministra da Noruega, **Gro Harlem Brundtland**, e o patrocínio da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, definiu assim o termo Desenvolvimento Sustentável:

“O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades”

Ao longo de décadas os combustíveis fósseis, sustentaram o processo de industrialização mundial e foram os maiores responsáveis pelas emissões de CO₂ e outros Gases de Efeito Estufa (GEE). É impossível imaginar a vida moderna sem este recurso energético. O custo de todo este desenvolvimento industrial, significou até os dias de hoje, um aumento de 31% nas concentrações de CO₂ na atmosfera terrestre deste a Revolução Industrial iniciada na segunda metade do século XVIII. Estamos convivendo a décadas com um modelo insustentável de consumo e de produção que virá comprometer as necessidades das futuras gerações.

O Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (*IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change*), aponta que até 2100 os níveis de CO₂ na atmosfera terrestre chegarão ao dobro dos parâmetros anteriores à Revolução Industrial, resultando em um aumento na temperatura do globo terrestre variando entre 1,5°C e 5,8°C seguida de catástrofes ambientais imensuráveis.

A certeza que temos, atualmente, é de que o caminho para conter um “desastre anunciado” será realizado através de um **processo de gradual e acelerada descarbonização da economia global**, reduzindo a dependência econômica de combustíveis fósseis e adotando padrões de consumo sustentáveis. Daí desponta o H2Verde como um dos principais vetores deste processo já em curso inicial em vários países do mundo.

O processo tradicional de produção de Hidrogênio utiliza como matéria prima o Gás Natural (Hidrogênio Cinza) e resulta na emissão de CO₂, sendo este utilizado em processos industriais muito específicos como, por exemplo, a produção de fertilizantes e o refino de petróleo. Entretanto, os recentes e notáveis avanços tecnológicos no campo das energias renováveis estão viabilizando do ponto de vista econômico a produção de Hidrogênio utilizando eletrolisadores alimentados por sistemas elétricos fotovoltaicos e eólicos. Neste processo industrial a partir da utilização de energia renovável e da água (H₂O) como fonte de hidrogênio na sua composição química, obtém-se através da eletrólise da água, a separação das moléculas de hidrogênio e oxigênio, surgindo assim o **HIDROGÊNIO VERDE (H2VERDE)**, aquele produzido através de energias renováveis não resultando na emissão de CO₂ e com um potencial energético superior aos combustíveis fósseis.

Pelo que tenho aprendido através da leitura de artigos especializados e dos debates técnicos em vários países do mundo, não há dúvida de que uma exponencial evolução tecnológica tanto no campo das energias renováveis, como no desenvolvimento de eletrolisadores resultarão até 2030, numa substancial redução nos custos de produção de H2Verde, a patamares mais baixos do que o custo de produção do hidrogênio “cinza”, aquele que utiliza gás natural como matéria prima e resulta na emissão de CO₂.

Considerando as metas estabelecidas no Acordo de Paris, em 2015, onde será necessário cortar em 60% as emissões globais de CO₂ até 2050, fica claro que o H₂Verde é o vetor energético capaz de conduzir a economia global à sua rápida descarbonização, a começar por setores industriais energeticamente intensivos como a siderurgia, transportes rodoviário, ferroviário, naval bem

como na produção de fertilizantes. Embora ainda existam significativos desafios tecnológicos e/mercado-lógicos pela frente, este vetor energético ganha mais destaque em um cenário "pós-pandemia", promovendo a retomada econômica por meio da aceleração do processo de transição energética global.

O Hydrogen Council, que reúne CEOs de 92 empresas globais, estima que o Hidrogênio Verde deverá responder por quase 20% da demanda de energia no mundo até 2050, com um mercado estimado em US\$ 2,5 trilhões e potencial de gerar 30 milhões de empregos. De forma prática, o H₂Verde é o novo fiador do **Desenvolvimento Sustentável**, pois ao mesmo tempo em que garante as necessidades atuais (desenvolvimento econômico global) é capaz de preservar as necessidades das gerações futuras (um planeta limpo e livre de extremos climáticos).

2) Avanços Tecnológicos com reduções exponenciais de custos

Como forma de diminuir a dependência por combustíveis fósseis, a sociedade sempre buscou por tecnologias de produção de energia baseada em recursos renováveis. No caso do Brasil, destacamos o Progamma Pró Álcool, que desde a década de 70 desenvolveu combustível à base de cana-de-açúcar e permitiu ao país se tornar o segundo maior produtor mundial de Etanol e o maior exportador do mundo.

No campo das Energias Renováveis, o crescimento recorde da capacidade instalada mundial de novas fontes energéticas como a fotovoltaica e a eólica, é fruto dos avanços tecnológicos ocorridos de forma surpreendente na última década, provocando uma queda contínua e acentuada nos custos de geração elétrica. Por exemplo, os preços dos módulos fotovoltaicos tiveram uma queda de cerca de 80%, enquanto turbinas eólicas terrestres uma redução na ordem de

45%, isso desde 2010. E ao mesmo tempo a eficiência de geração destes equipamentos vem melhorando de forma contínua ao longo do tempo. O surgimento recente da modalidade de energia solar flutuante, utilizando a lâmina d'água de represas, lagos, e reservatórios hídricos para a geração de energia fotovoltaica, inclusive na forma híbrida associada as fontes hidroelétricas, abre novos horizontes ainda mais competitivos para a produção de H₂Verde em dezenas ou centenas de represas e reservatórios hídricos.

Dados estatísticos da *International Renewable Energy Agency (IRENA)*, evidenciados na Figura 1, demonstram a queda contínua nestes custos.

Tomando como exemplo sistemas solares fotovoltaicos, **saímos de um custo nivelado de energia - Levelized Cost of Energy - (LCOE) de USD 0,381/KWh em 2010 para USD 0,057/KWh em 2020 uma queda a patamares de 85%.**

Tendências Globais

Este painel fornece uma visão geral das últimas tendências globais em custos de energia renovável. Ele exhibe os custos médios globais ponderados de instalação, fatores de capacidade e LCOE por tecnologia.

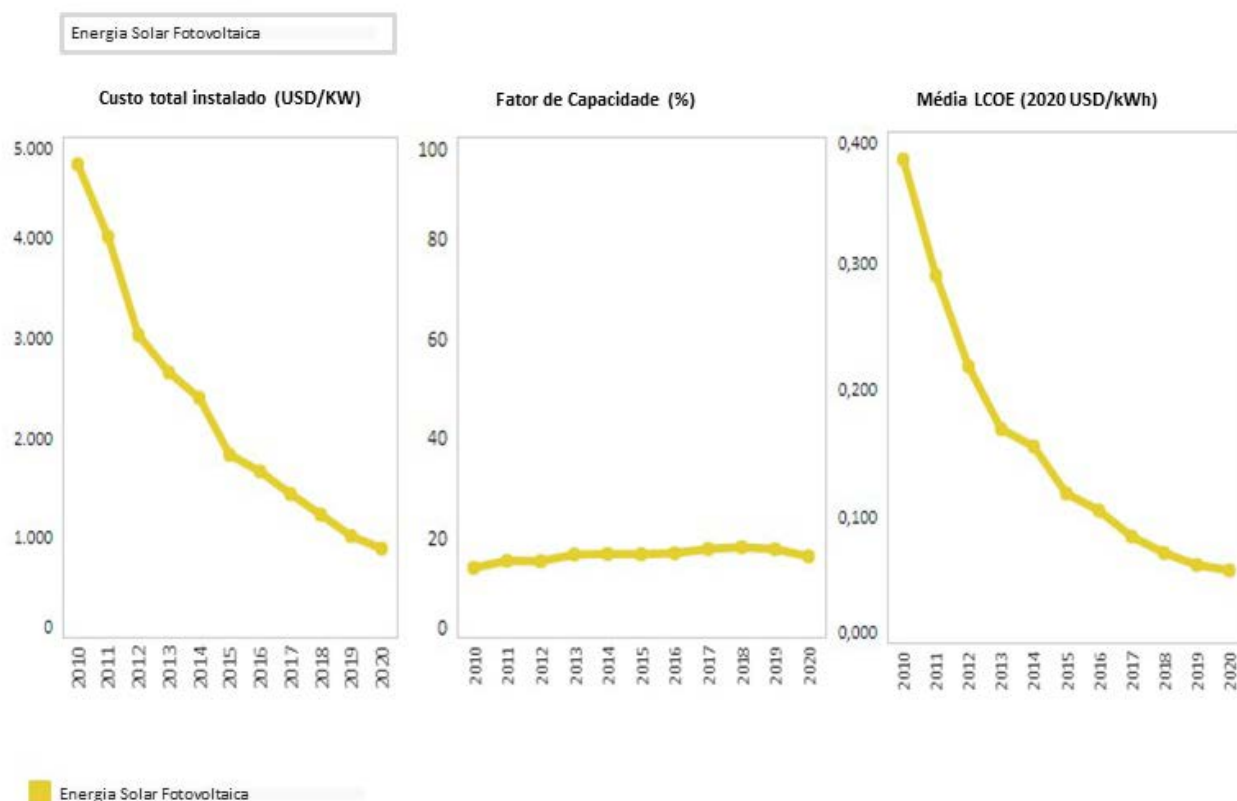
Fica evidente neste gráfico que a queda de preços desencadeada pelos avanços tecnológicos é um caminho contínuo, e que a oferta de energias renováveis tende a ser abundante e com custos cada vez mais competitivos. Cabe destacar que atualmente estima-se que a energia aplicada no processo de eletrólise da água significa cerca de 70% do custo total de produção do H₂Verde.

3) Questões relacionadas à nova Geopolítica Mundial

A consolidação de uma economia à base de Hidrogênio Verde tem grande potencial de moldar novas dinâmicas geopolíticas. A definição de rotas tecnológicas, diferentes cenários na cadeia de valor e domínio de processos produtivos podem criar um mercado global, distribuído e regionalizado.

Não foi este o caso dos combustíveis fósseis, onde os cinco maiores produtores mundiais de Petróleo (Irã, Iraque, Kuwait, Arábia Saudita e Venezuela) fundaram em 1960, a Organização dos Países Exportadores de

Figura 1 - Custos totais instalados médios ponderados globais, fatores de capacidade e LCOE 2010-2020



Fonte: IRENA

Petróleo (OPEP)², controlando atualmente mais de 81% de todas as reservas mundiais desta commodity e ditando os preços globais do barril de petróleo.

No tabuleiro geopolítico atual, vivenciamos uma grave crise entre a Rússia e Ucrânia, que além de questões territoriais, étnicas etc., apresenta também uma questão energética muito sensível. Como resultado deste conflito militar e ameaças de suspensão de fornecimento de gás natural pela Rússia aos países europeus, **surge o argumento geopolítico de maior independência energética do continente europeu “a qualquer custo”!**

Nas pesadas negociações diplomáticas entre as partes, o suprimento de gás natural da Rússia para a

Europa, sempre foi considerado como mecanismo de pressão para obter influência geopolítica sobre a Ucrânia e outros países do Leste Europeu. A União Europeia e o restante dos países desenvolvidos despertam para uma nova realidade: O petróleo do mundo árabe ou o gás natural russo, grandes emissores de Gases de Efeito Estufa (GEE), perderão rapidamente, esta corrida para o H2Verde que alcança custos altamente competitivos a cada dia que passa.

Não há dúvidas de que o H2Verde influenciará a nova a geopolítica global e o comércio de energia. Este assunto é tão complexo que foi tema do Relatório *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor* produzido pela *International Renewable Energy Agency (IRENA)* e publicado em Janeiro de 2022.

2 https://pt.wikipedia.org/wiki/Organiza%C3%A7%C3%A3o_dos_Pa%C3%ADses_Exportadores_de_Petr%C3%B3leo

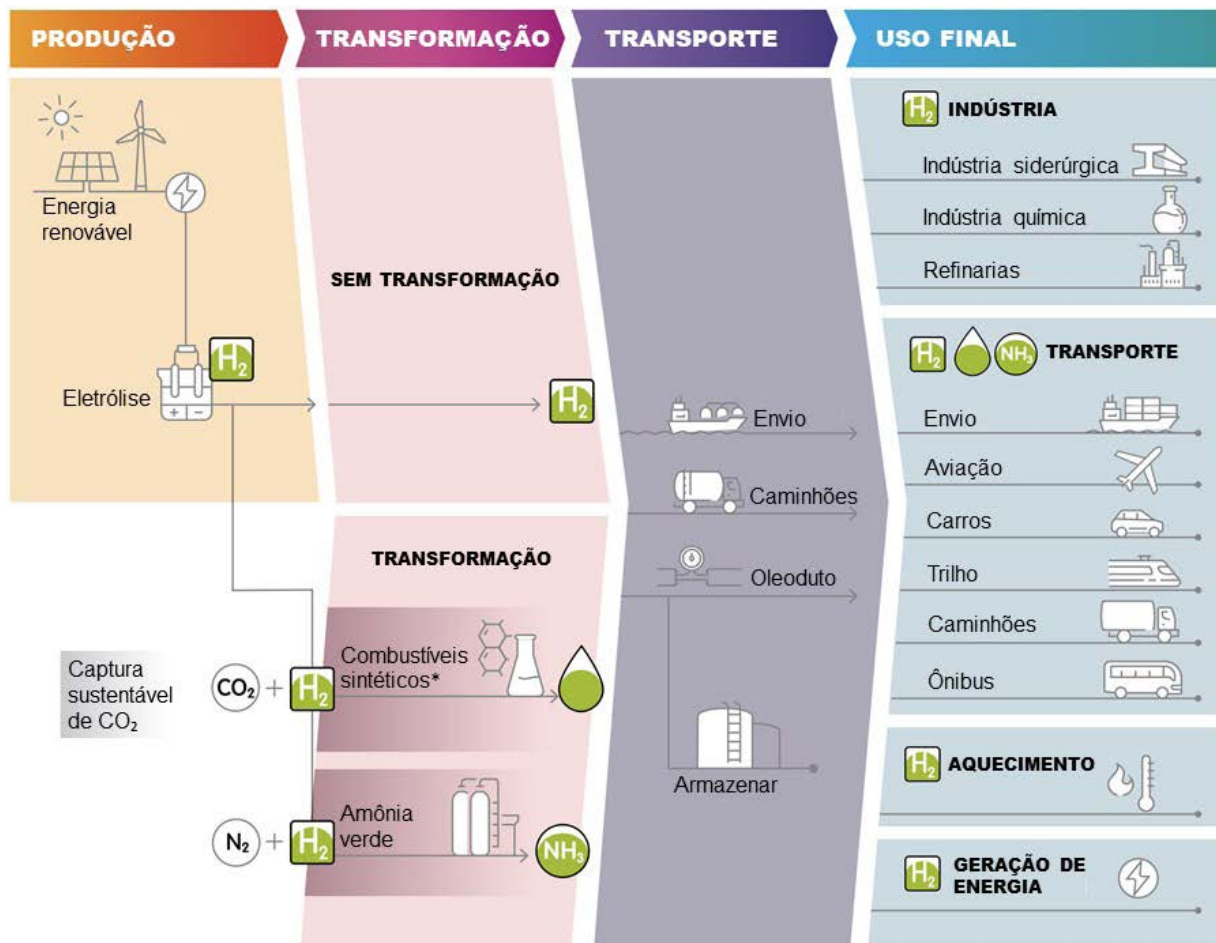
E aonde entra o Brasil nesta histórica transição energética global?

Está a se desenhar atualmente pelo menos quatro hubs para produção de hidrogênio verde no país. Esses polos potencialmente produtores de H2Verde orbitam em torno dos portos de Pecém, no Ceará, de Alcântara no Maranhão, de Suape, em Pernambuco, e do Açu, no Rio de Janeiro. Todos já firmaram memorandos de entendimentos preliminares com grandes grupos internacionais, sendo que o objetivo declarado é a exportação especialmente para o continente europeu.

A logística de transporte do H2Verde é uma questão central na viabilidade de sua utilização em larga escala no futuro próximo. Na navegação marítima o desafio de criar embarcações seguras e competitivas tem sido enfrentado por grandes estaleiros mundiais

e surgem soluções técnica e economicamente satisfatórias. Mesmo incluídos os custos de atravessar o Atlântico, o Brasil tem as condições de ser um dos fornecedores de H2Verde mais competitivos do mundo. Diz-se no mercado que “o Brasil está para o H2Verde assim como a Arábia Saudita está para o petróleo”.

Segundo a EPE - Empresa de Pesquisa Energética o potencial de geração eólica do país é de mais de 1050 GW (em terra e no mar), dos quais somente 16 GW estão instalados. Em energia solar, o potencial é quase cem vezes superior à capacidade instalada. Grande parte deste potencial energético, limpo, renovável, e sobretudo competitivo será aplicado na futura produção de H2Verde, de forma centralizada para exportação, e na forma descentralizada (próximo dos centros de consumo) para o mercado interno.



O desafio é transformar essa energia em hidrogênio verde a um custo viável. O hidrogênio verde ainda custa entre US\$ 3 a US\$ 5 o quilo. Já o produzido a partir de combustíveis fósseis, entre US\$ 2 e US\$ 3, mas com forte tendência de alta devido

aos correntes problemas geopolíticos. Como referência, a energia gerada por 1 kg de hidrogênio equivale à de 3,2 kg de gasolina. Mas a expectativa é que o hidrogênio, em especial o H2Verde, torne-se uma commodity energética fundamental no mundo pós-combustíveis fósseis.

Que a diplomacia mundial tenha sabedoria para mitigar os riscos geopolíticos e capitalizar as oportunidades de modo a construir sociedade global próspera e solidária.



Roberto Giannetti da Fonseca

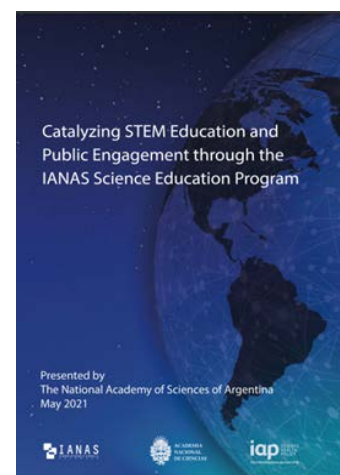
Economista e empresário, ex-Secretário Executivo da Câmara de Comércio Exterior – CAMEX e Presidente do LIDE ENERGIA e da Kaduna Consultoria

Dicas de leitura

Catalisando Educação STEM e Compromisso Público por meio do Programa de Educação Científica da IANAS

IANAS, 2021

Disponível em inglês e espanhol, a publicação traz recomendações para estimular que cada vez mais jovens sigam na carreira científica, identificando as principais barreiras existentes nesse percurso. São abordadas questões como a ciência em países subdesenvolvidos e dificuldades adicionais por fatores como raça, gênero e classe social. O documento discute também formas de engajar a comunidade escolar, acadêmica e a sociedade civil nesse debate, elaborando formas de estreitar os laços entre cientistas e a população.



Disponível em: <http://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2021/12/Catalyzing-STEM-Education-and-Public-Engagement-through-the-IANAS-Science-Education-Program.pdf>

Duas ideias filosóficas e a pandemia

Renato Janine Ribeiro, 2021

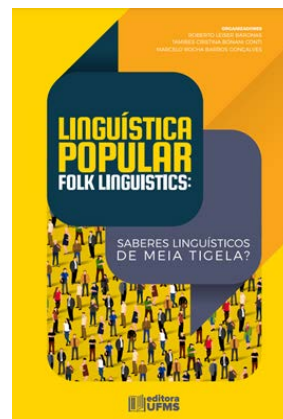
Pensar a pandemia se faz mais necessário do que nunca, visto o contexto brasileiro anômalo no qual ela se insere, com sua inédita e não menos histórica distribuição de ódio vindo de poderes máximos da República. Renato Janine nos contempla com uma visão filosófica pessoal, cotejando essa catástrofe com qualidades humanas básicas como compaixão, piedade, solidariedade. Conceitos primordiais no verdadeiro significado da palavra, mas relegados no altar de uma política nestas latitudes que rechaça o humano, que despreza "fazer o bem".



Linguística popular/Folk linguistics: saberes linguísticos de meia tigela?

Roberto Leiser Baronas, Tamires Cristina Bonani Contie Marcelo Rocha Barros Gonçalves, 2021

Este livro inédito em língua portuguesa tanto deste, quanto do outro lado do Oceano Atlântico, objetiva disponibilizar a todos os interessados em questões de linguagem um conjunto de reflexões sobre a Linguística popular/Folk linguistics². São abordadas aqui por pesquisadores e pesquisadoras de diferentes nacionalidades e de diferentes formações todas as dimensões da Linguística popular/Folk Linguistics: epistemológica; teórico-metodológica; representacional e aplicações. O livro conta ainda com duas entrevistas com linguistas populares/folk linguistics.



Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/4177/1/Lingu%C3%81stica%20Popular:Folk%20Linguistics%20-%20saberes%20lingui%C3%81sticos%20de%20meia%20tigela%3F.pdf>

Educação ambiental e proteção da camada de ozônio

ONU, 2022

A Secretaria de Ozônio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Pnuma, apresentou o primeiro material online para professores e alunos pré-adolescentes. As novas ferramentas oferecem recursos de animação e jogos para educação sobre a proteção da camada de ozônio e do meio ambiente.

Disponível em: <https://ozone.unep.org/reset-earth>



A Ciência que nos rodeia

Iles de Almeida Abrahamsohn, 2021

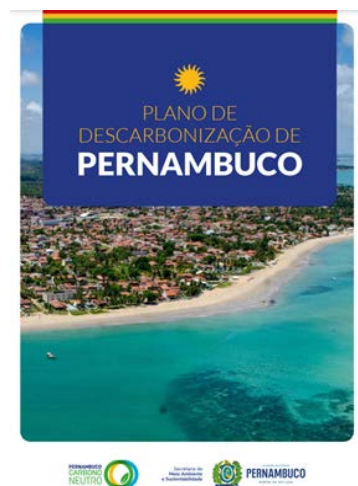
E se acabasse a poluição de plásticos e pesticidas na natureza? Como seria a realidade com computadores mil vezes mais rápidos que os atuais? Seria possível melhorar o gosto de verduras ou legumes? Esses são alguns dos assuntos abordados neste livro. A obra reúne contos de ficção baseados em temas científicos e foi escrita para jovens e curiosos de todas as idades. O livro contém 12 histórias curtas contadas de maneira leve, fazendo referência a algum aspecto científico ou de tecnologia.



Plano de Descarbonização de Pernambuco 2022

O Plano de Descarbonização de Pernambuco é uma estratégia estadual para reduzir a emissão de gases de efeito estufa e contribuir para evitar o aumento do aquecimento global e suas consequências. As medidas propostas no plano envolvem os setores de Energia & Indústria, Transportes, Resíduos e Agricultura, Floresta e outros usos do solo.

Disponível em: https://semas.pe.gov.br/wp-content/uploads/2022/03/2022_03_16_GIZ_plano_descarbonizacao_pernambuco-v6_reduzido.pdf





FACEPE

Fundação de Amparo à Ciência
e Tecnologia do Estado de Pernambuco

Secretaria de
Ciência, Tecnologia
e Inovação



GOVERNO DO ESTADO
PERNAMBUCO

MAIS TRABALHO, MAIS FUTURO.