

***Espectroscopia Resolvida no  
Tempo e no Espectro da  
Energia***

***mangrove loss in Rio de Janeiro***



## ARTIGOS ORIGINAIS

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MEDIÇÃO BASEADO EM ESPECTROSCOPIA RESOLVIDA NO TEMPO E NO ESPECTRO DA ENERGIA: INTEGRAÇÃO DE UM ESPECTRÔMETRO TRIPLO A UM MOTOR DE MICROPASSOS

Luana da Costa Faria, Bruno Alberto Soares Oliveira,  
Franklin Massami Matinaga, Hugo César Coelho Michel

1-12

BRASIL'S *NOMEN NOVUM* AFTER FUTURE: SOUTH AMERICA TECTONIC PLATE SHIFT

Richard B. Cathcart, Nilo Serpa

13-20

RIO DE JANEIRO CITIZENS ESCHEW FURTHER MANGROVE LOSS IN PREFERENCE TO A POTENTIAL DEVELOPMENT OF A "GUANAZILLA"

Charles W. Finkl, Richard B. Cathcart, Nilo Serpa

21-32



# Desenvolvimento de um Sistema de Medição Baseado em Espectroscopia Resolvida no Tempo e no Espectro da Energia: Integração de um Espectrômetro Triplo a um Motor de Micropassos

---

Luana da Costa Faria

Engenharia de Controle e Automação, Escola de Engenharia, UFMG, Brasil.

Bruno Alberto Soares Oliveira

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia, UFMG, Brasil.

Franklin Massami Matinaga

Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas, UFMG, Brasil.

Hugo César Coelho Michel

Departamento de Engenharia Eletrônica, Escola de Engenharia, UFMG, Brasil.

**Resumo:** Esta pesquisa consiste na integração de um espectrômetro triplo a um motor de micropassos controlado e acoplado a um espelho para redirecionamento do laser. O objetivo dessa integração é implementar a técnica de espectroscopia resolvida no tempo, utilizando um laser da ordem de femtossegundos para análise da geração de segundo harmônico em um cristal não-linear. É utilizada a linguagem G do ambiente LabView para desenvolver uma aplicação que comanda o espectrômetro e uma aplicação que comanda o motor. A primeira é uma aplicação servidora que, ao receber uma conexão da aplicação cliente (segunda): 1) adquire e salva um espectro referente à emissão de uma amostra na qual os pulsos de laser incidem; 2) calcula a intensidade integrada desse espectro por meio de um ajuste de curva; 3) plota em um gráfico o espectro adquirido e o ajuste realizado; 4) envia a intensidade integrada para o cliente conectado e 5) retorna ao estado de espera por novas conexões. A aplicação cliente é responsável pelo acionamento do motor de micropassos. A cada passo realizado, é aberta uma conexão com a aplicação servidora para que seja realizado um espectro daquela posição correspondente a um atraso temporal causado pelo deslocamento micrométrico do espelho acoplado ao motor.

**Palavras-chave:** Espectroscopia, Motor de Micropassos, Sistema de Medição.

**Abstract:** This research consists of the integration of a triple spectrometer to a controlled micro-motor and coupled to a mirror for redirection of the laser. The purpose of this integration is to implement the time resolved spectroscopy technique using a laser of the order of femtoseconds to analyze the second harmonic generation in a nonlinear crystal. The G language of the LabView environment is used to develop an application that commands the spectrometer and an application that commands the motor. The first is a server application that, upon receiving a connection from the client application (second): 1) acquires and saves a spectrum referring to the emission of a sample in which the laser pulses are incident; 2) calculates the integrated intensity of this spectrum by means of a curve fit; 3) plot the spectrum acquired and the adjustment performed on a graph; 4) sends the integrated intensity to the connected client and 5) returns to standby by new connections. The client application is responsible for driving the micropayment motor. At each step performed, a connection is opened with the servo application so that a spectrum of that position corresponding to a time delay caused by the micrometric displacement of the mirror coupled to the motor is realized.

**Palavras-chave:** Spectroscopy, Motor of Micropasses, Measuring System.

Corresponding author: Bruno Alberto Soares Oliveira, [brunoalbertobambui@ufmg.br](mailto:brunoalbertobambui@ufmg.br)

Received: 04 Jan 2022 / Accepted: 25 Jan 2022 / Published: 28 Jul 2022.

CALIBRE - Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada, v. 7, nº 1 (2022).

## 1 Introdução

A automação laboratorial é uma área que vem crescendo nos últimos anos. O objeto de estudo do presente projeto mostra que hoje é possível automatizar um laboratório com o uso de computadores desenvolvendo comunicação entre os equipamentos em uma camada de aplicação.

De acordo com a referência [14], a aquisição de dados provenientes de diferentes processos pode se tornar muito trabalhosa e, principalmente, introduzir muitos erros se realizada manualmente. Nesses casos, a automação pode melhorar a qualidade e aumentar a quantidade de dados adquiridos em um intervalo de tempo, diminuindo drasticamente o tempo de aquisição.

A automação produz melhores resultados em um menor tempo. Um ponto importante da realização de qualquer tarefa é a otimização do tempo de execução. A exatidão dos resultados também é importante em um laboratório. Automatizar um processo contribui para melhorar tal exatidão. Dessa forma, consegue-se diminuir muito a incerteza dos resultados.

Além disso, com a automação é possível diminuir o esforço do operador. No caso de um processo realizado em laboratório de forma automatizada, o operador pode se dedicar a outras coisas enquanto o processo é realizado, aumentando-se a produtividade daquele laboratório.

O presente projeto surge da necessidade de se realizar medições por meio da espectroscopia resolvida no tempo (ERT), usada para obter informações sobre as propriedades atômicas de uma amostra, por exemplo, um cristal. Esse processo consiste em bombardear a amostra com pulsos de laser que passam por um divisor de feixes e se dividem em pulsos de bombeio e de prova. O pulso de prova (em inglês, probe), usado para monitorar condições da amostra como reflexão e emissão, sofre um atraso em relação ao pulso de bombeio (em inglês, pump) provocado pelo deslocamento de um espelho posicionado ortogonalmente aos pulsos de laser e acoplado a um motor de micropassos. De acordo com a distância percorrida pelo espelho, calcula-se um tempo de atraso. Os pulsos de bombeio e prova são desviados por meio de espelhos até incidirem na amostra. Para isso, é necessário integrar um espectrômetro a um motor de micropassos de forma sincronizada.

Para realizar as medições de ERT, manualmente, se faz necessário o comando passo a passo do motor, de maneira a realizar um deslocamento específico do espelho e obter um espectro da amostra, algo que é inviável e depende tempo considerável.

Portanto, tem-se a demanda para desenvolver a técnica de ERT, integrando dois equipamentos de funcionalidades e protocolos de comunicação diferentes, que não compartilham protocolos de comunicação padronizados entre si. Logo, desenvolve-se um sistema de medição capaz de realizar, de forma sincronizada e automática, as medições por ERT.

Além disso, implementa-se também o tratamento de dados de espectros gerados pelas medições, de forma a obter a intensidade integrada da amostra em função do

atraso temporal. Portanto, tem-se uma integração e uma automatização que envolve a aquisição de dados pelo espectrômetro, o controle e acionamento do motor de micropassos, a sincronização dos dois e, ainda, o registro, o tratamento e a apresentação de resultado de medições realizadas.

O objetivo principal é a implementação de um sistema automática capaz de adquirir o espectro de uma amostra (fenômeno ultrarrápido da ordem de  $10^{-15}$  segundos), utilizando a técnica de ERT. Para isso, é necessário integrar um motor de passos de alta resolução e um espectrômetro triplo para que eles se comuniquem de forma sincronizada em uma camada de aplicação. Além disso, os dados gerados pelo espectrômetro são tratados automaticamente de forma a obter o resultado esperado.

É desenvolvida uma aplicação para realizar o controle e acionamento do motor de micropassos (aplicação cliente), bem como uma análise dos dados em um computador (PC-A). Desenvolve-se também outra aplicação (aplicação servidora) em outro computador (PC-B) para controle e comando do espectrômetro. As duas se comunicam via rede TCP/IP. A aplicação associada ao espectrômetro, APP-1, funciona como servidora, e a aplicação associada ao motor de passos, APP-2 funciona como cliente. Tanto a aplicação que comanda o motor de passos quanto a aplicação que comanda o espectrômetro utilizam aplicações ActiveX fornecidas por cada fabricante.

A Figura 1 ilustra essa arquitetura, em que é possível ver que a aplicação cliente e a aplicação servidora se comunicam via TCP/IP. Além disso, a aplicação cliente se comunica via ActiveX com o software fornecido pelo fabricante do motor de micropassos (APT User) e a aplicação servidora se comunica com o software fornecido pelo fabricante do espectrômetro (LabSpec). Nota-se, também, nessa figura, que o LabSpec controla o espectrômetro e está presente no PC-B, enquanto o APT User controla o motor de micropassos e está no PC-A. O projeto atende muitos requisitos de um projeto de automação, pois demanda menor tempo, maior precisão e tem maior facilidade de operação do processo.

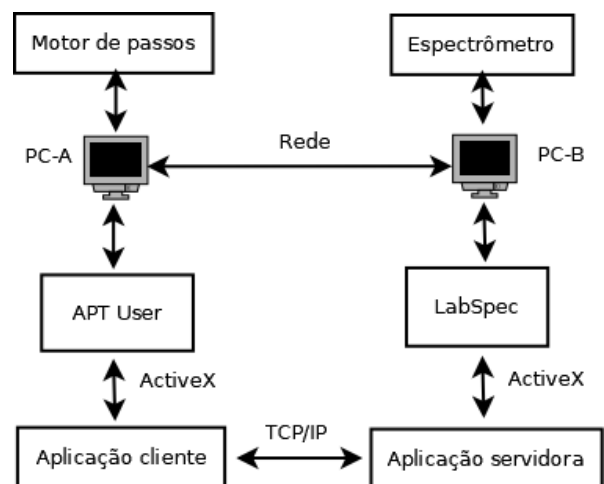


Figura 1: Arquitetura do sistema.

O local de realização desse projeto é o Laboratório de Fotônica, localizado no Departamento de Física do ICEX na UFMG. Neste laboratório, estuda-se fenômenos que envolvem a espectroscopia óptica de materiais relacionados a efeitos ópticos não-lineares, como por exemplo a geração de segundo harmônico e o efeito Faraday de poláritons em uma microcavidade. Além disso, conta com infraestrutura para experimentos em espectroscopia óptica na faixa do visível e do infravermelho próximo. Utiliza lasers de Ti:Safira CW ou pulsado de 50 femtossegundos ( $50 \cdot 10^{-15}$  segundos), e um sistema de criogenia para o controle de temperatura de amostras, com a possibilidade de estudo de macro ou micro fotoluminescência. Esta infraestrutura permite ainda colaborações nos estudos ópticos em variados projetos, tais como o estudo de cristais, cerâmicas ou mesmo filmes fotovoltaicos [9].

No Laboratório de Fotônica, muitos procedimentos são realizados manualmente, requerendo que o posicionamento de certos objetos seja alterado para se obter medições e, muitas vezes, as distâncias movidas são demasiadamente pequenas para serem acionadas manualmente, o que indica a necessidade de automação de diversos procedimentos realizados nesse local.



## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Espectroscopia Resolvida no Tempo

A maior aplicação de pulsos de femtossegundos é para estudos resolvidos no tempo de processos dinâmicos ultrarrápidos em química, física do estado sólido, como materiais rígidos, e amostras biológicas [12]. Os pulsos de laser ultracurtos são muito importantes para o estudo de espectroscopia óptica não-linear.

A espectroscopia resolvida no tempo baseia-se nos conceitos de bombeio e prova. Um pulso de laser ultracurto de bombeio excita a amostra e a tira do estado de equilíbrio, provocando uma mudança em alguma característica óptica da amostra. Um segundo pulso de prova é incidido na amostra e em parte absorvido. Em seguida, é analisado o espectro da parte que é emitida, caracterizando assim a luminescência da amostra. O pulso de prova, que tem intensidade menor do que o pulso de bombeio, chega na amostra com um atraso com relação ao de excitação [4].

A dinâmica do estado de desequilíbrio em semicondutores tem sido bastante estudada nas últimas décadas. Muitas técnicas têm sido utilizadas para o estudo da dinâmica das cargas. Entre elas, podemos citar a espectroscopia resolvida no tempo. Essa técnica é muito poderosa para estudar o comportamento dinâmico das cargas como resfriamento e aprisionamento [16].

A espectroscopia resolvida no tempo também pode ser usada para rastrear estados intermediários em reações químicas como níveis energia e fenômenos de transferência de cargas e elétrons, além de mudanças conformacionais. Além disso, essa técnica também pode carac-

terizar vários estados eletrônicos e fenômenos de transferência de energia em nanopartículas.

### 2.2 Geração de Segundo Harmônico Resolvida no Tempo

Cristais de materiais não-lineares exibem um comportamento chamado geração de segundo harmônico. Esse fenômeno ocorre quando incidimos pulsos de laser na amostra e a emissão da amostra é o resultado da soma de resíduos desse pulso e acrescidos de uma onda cuja frequência é o dobro do da frequência do pulso incidente, e cujo comprimento de onda é metade do comprimento de onda do pulso incidente [15].

Ao aplicar a técnica de espectroscopia resolvida no tempo, pode-se analisar a espectro da geração do segundo harmônico de um cristal emitido pela incidência dos pulsos de bombeio e prova. Dessa forma, é gerado um segundo harmônico para cada atraso temporal entre o pulso de prova e o de bombeio. Quando o atraso temporal entre os dois pulsos é nulo, ocorre o ponto de interferência construtiva máximo entre os pulsos de bombeio e prova. Dessa forma, o espectro da emissão da amostra de cristal possui a maior amplitude observada quando o atraso temporal é nulo.

Ao calcular a integração dos espectros obtidos por meio de um ajuste de curva que, no caso da geração de segundo harmônico, pode ser obtido por uma gaussiana, obtém-se a intensidade integrada. O modelo obtido é uma curva da intensidade integrada do SHG (Second Harmonic Generation, ou, em português, geração do segundo harmônico) em função do atraso temporal. A Equação (1) ilustra esse modelo em que  $G(\tau)$  é chamada função de correlação de segunda ordem. [7].

$$G(\tau) = \int_{-\infty}^{+\infty} I(t)I(t+\tau)dt, \quad (1)$$

em que  $\tau$  é o atraso temporal (variável calculada),  $t$  é o tempo e  $I$  é a intensidade (variável medida).

### 2.3 Cálculo da Intensidade Integrada

Para calcular a intensidade integrada, é feito um ajuste de curva não-linear representado pela equação (2) que demonstra a distribuição gaussiana com um deslocamento vertical.

$$I = ae^{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}} + d, \quad (2)$$

em que  $I$  é a intensidade e  $x$  é o comprimento de onda. O parâmetro  $a$  é a amplitude,  $b$  é a posição central do pico,  $c$  é o desvio padrão do pico e  $d$  é o deslocamento vertical da gaussiana.

Dessa forma, obtém-se a intensidade integrada de cada espectro por meio da seguinte equação:

$$A = a\sqrt{2\pi}. \quad (3)$$

## 2.4 Movimento do Motor de Micropassos

Com a posição inicial, a posição final e o número de micropassos, é calculada qual distância o motor de passos deve mover de cada vez. Essa distância dada por  $\Delta d$  é calculada como na equação abaixo:

$$\Delta d = (P_f - P_i)/n, \quad (4)$$

em que  $P_f$  é a posição final,  $P_i$  é a posição inicial e  $n$  é o número de passos.

Se o  $\Delta d$  é menor que a resolução do motor de micropassos que é de 0,0005mm, o programa exibe uma mensagem de erro para o usuário e para a execução.

## 2.5 Cálculo do Atraso Temporal

O atraso temporal entre os pulsos de bombeio e prova é calculado pelo tempo que a luz demora a percorrer a distância de ida e volta do pulso de prova ao incidir no espelho acoplado ao motor de passos e retornar ao espelho onde incide o pulso de bombeio. O cálculo é feito a partir da seguinte fórmula:

$$\tau = 2((P_i - P_f)/(cn))n_{atual} - \Delta t, \quad (5)$$

em que  $\Delta t$  é dado pela equação abaixo:

$$\Delta t = 2(P_{zero} - P_f)/c. \quad (6)$$

Nas equações acima,  $\tau$  é o atraso temporal,  $P_i$  é a posição inicial do motor de passos,  $P_f$  é a posição final do motor de passos,  $c$  é a velocidade da luz,  $n$  é o número de passos total,  $n_{atual}$  é o número da iteração correspondente ao passo atual e  $P_i$  é a posição do motor de passos, setada pelo usuário, em que ocorre o atraso temporal nulo.

## 2.6 Integração de Dados em Sistemas de Automação

O termo automação está associado, fundamentalmente, à aplicação de dispositivos que visam substituir o trabalho braçal, insalubre ou repetitivo. O termo informação está associado, por sua vez, ao processamento de dados para o monitoramento de atividades e processos, e à tomada de decisões. A integração de ambos resulta em sistemas de automação e informação, que proporcionam benefícios como o aumento da produtividade e da qualidade, redução de custos e maior agilidade nos processos de tomada de decisão. [17].

Integrar sistemas de instrumentação, controle e automação é configurar, adequar, desenvolver e preparar diversos dispositivos, equipamentos e aplicações relacionados, de forma coordenada, com o objetivo de cada um determinar funções específicas que permitem maximizar o potencial produtivo de determinada solução.

Dessa forma, é importante o uso de diferentes tecnologias e protocolos de comunicação entre as aplicações envolvidas de forma a garantir a correta transmissão de

dados e a execução dos comandos pelos equipamentos [13].

Conforme discutido na referência [18], o modelo OSI (Open Systems Interconnection) é baseado em sete camadas para organizar os protocolos de comunicação: física, enlace, rede, transporte, sessão, apresentação e aplicação.

## 3 Material e Métodos

### 3.1 Componentes Físicos do Sistema

#### 3.1.1 Espectrômetro

De acordo com a descrição fornecida na referência [6], um espectrômetro é um instrumento utilizado para medir as propriedades da luz em uma determinada faixa do espectro eletromagnético. Sua estrutura se resume a uma rede de difração e a um captador chamado CCD (do inglês, charge-coupled device). A rede faz com que o feixe de luz se divida em feixes monocromáticos, que incidem em um sensor fotovoltaico, seja, um captador. Dessa forma, mede-se a intensidade luminosa de cada comprimento de onda existente na rede de difração. Com isso é possível caracterizar uma série de materiais. O espectrômetro possui controlador chamado Spectra Link que controla os motores dentro do espectrômetro, responsáveis por determinar a faixa de comprimento de onda da medição. Nesse projeto foi utilizado o espectrômetro triplo Horiba Jobin Yvon T64000.

#### 3.1.2 Motor de Micropassos

O motor de passo é um tipo de motor elétrico utilizado em aplicações que demandam uma precisão extrema seja ela em uma posição ou ângulo. O motor de passo converte pulsos elétricos em movimentos mecânicos gerando variações discretas de ângulo. O rotor é incrementado em pequenas variações de ângulo chamados de "passos" [2].

O princípio básico de funcionamento do motor de passo se dá com o uso de solenoides alinhadas dois a dois. Ao serem energizados, o rotor é atraído, para, e se alinha ao eixo dos solenoides, causando uma pequena variação angular. A velocidade e sentido de movimento depende de como os solenoides são energizados [2]. O motor de micropassos utilizado nesse sistema foi o NRT150 150mm do fabricante ThorLabs sendo controlado pelo controlador APT Microstepping Controller da Thorlabs.

#### 3.1.3 Laser Ultrarrápido e Microscópio

Um laser é um dispositivo de geração ou amplificação de luz que funciona a partir da combinação de um amplificador (um meio de ganho que, por intermédio da emissão estimulada de radiação, emite luz com aproximadamente a mesma frequência, as mesmas direções de propagação e polarização, e em fase com o campo a ser amplificado) e um ressonador (uma cavidade que aprisiona o campo gerado, fazendo com que ele passe mais de uma vez pelo

meio de ganho, imprimindo aos fótons, por consequência, uma distribuição estatística bastante peculiar, a qual distingue o laser de outras fontes de luz [11].

O laser pulsado, utilizando de Ti:Safira, pode emitir pulsos da ordem de 50 femtossegundos, com potência de pico de 1 Terawatt e taxa de repetição de 100MHz [5]. Foi utilizado nesse projeto o laser de 50 femtossegundos de Ti:Safira Trestles-50 da Del Mar Photonics e o microscópio foi o Olympus BX41 que possui lentes que possibilitam a focalização dos pulsos de laser na amostra.

### 3.2 Integração Baseada em ActiveX

ActiveX é um framework desenvolvido pela Microsoft que combina recursos das tecnologias COM (Component Object Model) e OLE (Object Linking and Embedding) possibilitando a integração e compartilhamento de recursos entre aplicações em ambiente Windows [10].

Dessa forma, é possível desenvolver uma aplicação que contém um controle ActiveX que permite o acesso a recursos e interfaces de uma outra aplicação previamente instalada no ambiente Windows.

### 3.3 LabView como Ambiente de Integração de Dados

Segundo [8], o LabView é uma linguagem gráfica que usa ícones em vez de linhas de texto para criar aplicações. As aplicações são criadas usando programação de fluxo de dados em que o fluxo determina a ordem de execução dos dados. Labview foi criado pela National Instruments.

O programa desenvolvido em LabView é constituído de uma VI ( Instrumento virtual) que consiste da parte visível ao usuário — o painel frontal— e do diagrama de blocos, o qual integra a parte que contém o fluxo de dados e os ícones da linguagem.

A linguagem G (usada pelo LabView) permite a comunicação entre aplicações que se encontram em computadores distintos utilizando TCP/IP. É possível, dessa forma, enviar dados entre aplicações. Além disso, essa linguagem permite também o controle de recursos de aplicações presentes em um sistema Windows, utilizando a tecnologia ActiveX [1].

### 3.4 Arquitetura Proposta para o Sistema

O espectrômetro se comunica com um computador via barramento SCSI (do inglês, Small Computer System Interface) por meio de seu controlador Spectra Link. O computador que controla o espectrômetro possui um chip que contém uma controladora SCSI instalada em sua placa-mãe. Essa controladora é capaz de interpretar comandos oriundos do software Labspec 5.1 (fornecido pelo fabricante do espectrômetro) e enviar ao espectrômetro.

O software Labspec contém em sua estrutura scripts SCSI, uma linguagem de alto nível usada para executar sequências SCSI pelo processador que se encontra na controladora SCSI (em inglês, host adapter). Portanto, esses scripts são independentes da CPU e do barramento

do sistema do computador, e possuem comandos que podem fazer o processador SCSI selecionar, desselecionar, desconectar, esperar por uma desconexão, transferir dados do usuário, transferir informação SCSI, mudar as fases do barramento e implementar todos os aspectos do protocolo SCSI. Dessa forma, o processador transfere o controle da execução baseado em comparações de fase do barramento SCSI. De forma alternativa, um valor no comando do script SCSI pode ser comparado com o valor do dado de entrada no barramento, permitindo transferência de controle com base em comparação de dados da entrada. [3]

Na Figura 2 à direita, tem-se um espectrômetro controlado pelo Spectra Link que se comunica via SCSI com um computador, cujo sistema operacional é o Windows XP, no qual desenvolve-se uma aplicação servidora que se comunica com o LabSpec via ActiveX e consegue adquirir espectros quando solicitada. A geração de espectros acontece quando ocorre a conexão em rede via TCP/IP realizada por uma aplicação cliente.

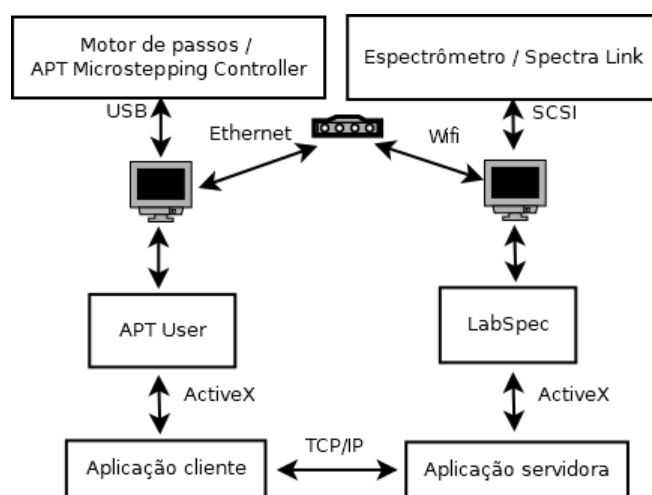


Figura 2: Arquitetura proposta.

Já o motor de passos se comunica com um computador, visto à esquerda da Figura 2, cujo sistema operacional é o Windows 7, por meio de seu controlador APT Microstepping Controller via USB. Esse computador contém o software APT User que consegue controlar o motor de micropassos. Nesse computador, é desenvolvida uma aplicação cliente que se comunica com esse software via ActiveX e consegue mover o motor de passos e se conectar à aplicação servidora que controla o espectrômetro via TCP/IP para enviar ou receber dados. O protocolo TCP/IP é utilizado, pois é confiável, visto que garante a integridade dos dados e possui garantia de entrega.

Na Figura 2 observa-se que os dois computadores foram colocados em uma rede por meio de um roteador da marca TP-LINK modelo TL-WR741ND. O computador que controla o espectrômetro se comunica com a rede via Wifi, enquanto o computador que controla o motor de passos se comunica com a rede via Ethernet.

Foi proposta essa arquitetura, pois o software LabSpec 5.1 que controla o espectrômetro é uma versão antiga e está instalado no computador com Windows XP. Já o software que controla o motor de passos só funciona no Windows 7 ou versões mais recentes. Dessa forma, não é possível integrar os dois equipamentos em um único computador.

### 3.5 Requisitos para as Aplicações Desenvolvidas

Tanto a aplicação cliente quanto a aplicação servidora foram desenvolvidas utilizando o ambiente LabView 8.5 que possui um controle ActiveX. Para a aplicação cliente, estas ferramentas permitem a utilização de recursos do software APT User fornecido pelo fabricante do motor de micropassos utilizado. Dessa forma, consegue-se fazer o acionamento e o comando do motor de passos. Para a aplicação servidora, o emprego desses recursos permite a utilização de funções do software LabSpec 5.1 fornecido pelo fabricante do espectrômetro utilizado. Dessa forma, consegue-se fazer o acionamento e o comando do espectrômetro.



## 4 Desenvolvimento

Foram desenvolvidas duas aplicações: a aplicação servidora que controla o espectrômetro e a aplicação cliente que controla o motor de micropassos. Ambas foram desenvolvidas utilizando a linguagem G do ambiente LabView 8.5.

### 4.1 Aplicação Servidora que Controla o Espectrômetro

Foi criada uma interface, na qual o usuário pode incluir a configuração inicial da aquisição de espectros (os parâmetros de tempo de integração, o número de acumulações e a faixa de comprimento de onda analisada no espectro). Esses parâmetros são importantes, pois podem variar dependendo do processo a ser analisado. A Figura 3 mostra como esses controles foram criados. O controle 'De' indica o início da faixa de comprimento de onda, e o controle 'Para' indica o fim da faixa de comprimento de onda.

Além disso, o usuário pode selecionar a pasta em que quer salvar os espectros e o arquivo que contém os comprimentos de onda para a faixa escolhida por meio de botões localizados na parte superior da Figura 3. É necessário escolher esse arquivo que contém os comprimentos de onda analisados, pois, por um motivo desconhecido, o controle ActiveX não salva os valores de comprimento de onda corretos quando é escolhido um formato de texto.

Quando se clica no botão de escolha da pasta em que são salvos os espectros, abre-se um diálogo para escolha da pasta, e, quando se clica no botão de escolha do arquivo que contém os comprimentos de onda, abre-se um diálogo para escolha do arquivo de texto. A interface contém, também, um gráfico que mostra o espectro

adquirido e seu ajuste de curva a cada nova aquisição, localizado do lado direito da Figura 3.

Além disso, pode-se escolher as tentativas iniciais para os parâmetros do ajuste de curva pela gaussiana, localizados abaixo no texto 'parâmetros iniciais' na Figura 3. O primeiro parâmetro é a amplitude, o segundo a posição central do pico, o terceiro é o desvio padrão que representa a largura do pico e o último é o deslocamento vertical do pico. Existe um controle também para escolher quantos picos existe no espectro, representado pelo número de gaussianas. Porém, nesse trabalho, foi implementada somente a função para espectros de um pico.

Ao iniciar a execução da aplicação, entra-se em um estado de espera em que o servidor escuta por novas conexões na porta 6460. Esse estado de espera pode ser interrompido de duas maneiras. A primeira maneira é estabelecendo uma conexão com um cliente, e a segunda maneira é quando o usuário pressiona o botão 'Parar'.

Quando um cliente se conecta, o programa inicia o processo de aquisição de um novo espectro, salvamento do espectro, cálculo da intensidade integrada e envio da intensidade integrada para o cliente. Após o cliente se desconectar, o programa volta ao estado de espera por novas conexões.

Foi informado pelo fabricante do espectrômetro que não era possível o controle do espectrômetro utilizado nesse projeto pelo software LabView. De fato, ocorre um problema ao salvar o espectro pela aplicação, pois a coluna de comprimento de onda é salva com valores que não são os comprimentos de onda correspondentes. Dessa forma, é preciso fazer uma configuração dos comprimentos de onda corretos por meio de um arquivo que é selecionado pelo usuário que contém a coluna de comprimentos de onda corretos.

A aquisição de espectro é realizada com um controle ActiveX que se comunica com o software LabSpec e adquire um espectro com os parâmetros previamente configurados pelo usuário. O espectro adquirido é, então, salvo em dois formatos de arquivo, '.txt' e '.ngs'. O formato '.ngs' é um formato lido pelo software LabSpec fornecido pelo fabricante do espectrômetro.

Após a aquisição do espectro, calcula-se a intensidade integrada por meio da leitura da coluna de intensidade salva no arquivo do espectro e da coluna de comprimento de onda configurada pelo usuário, realizando-se um ajuste de curva não-linear representado por uma distribuição gaussiana.

Na Figura 4, é possível observar o trecho de código em que é realizado o ajuste de curva. Nesse código, é possível observar a função do LabView utilizada para realizar o ajuste de curva e o cálculo realizado em um MathScript para calcular a intensidade integrada. Os parâmetros calculados do ajuste de curva realizado são salvos em buffer para serem posteriormente salvos em um arquivo de texto quando o usuário desejar encerrar a execução do servidor.

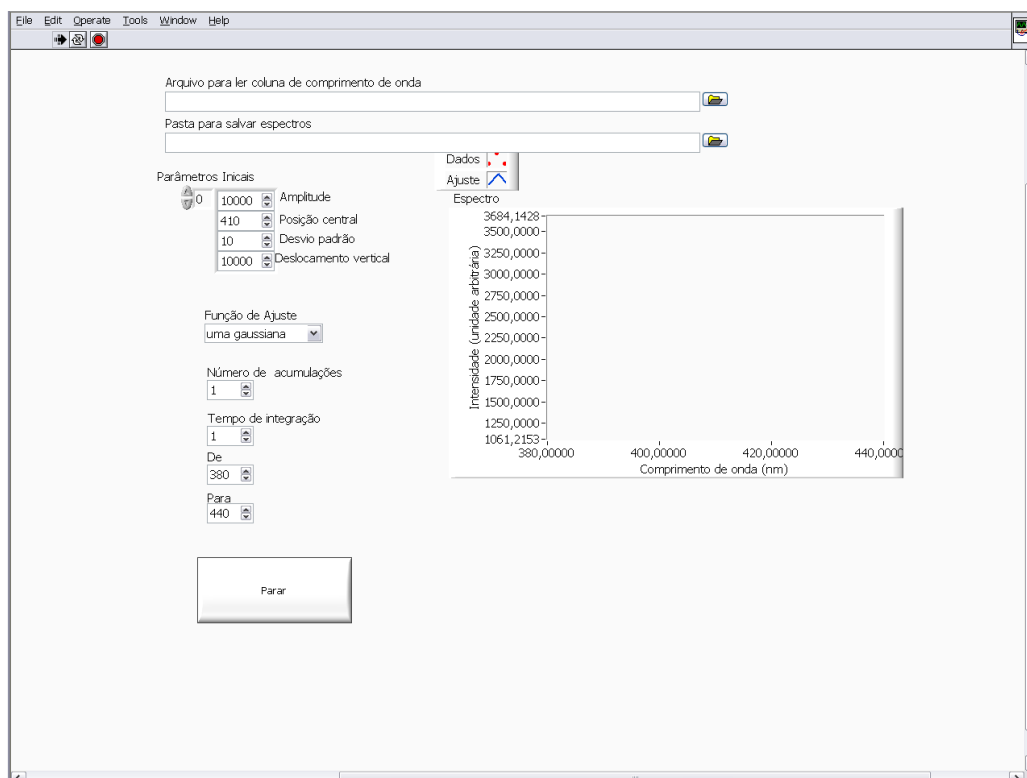


Figura 3: Visão geral da interface.

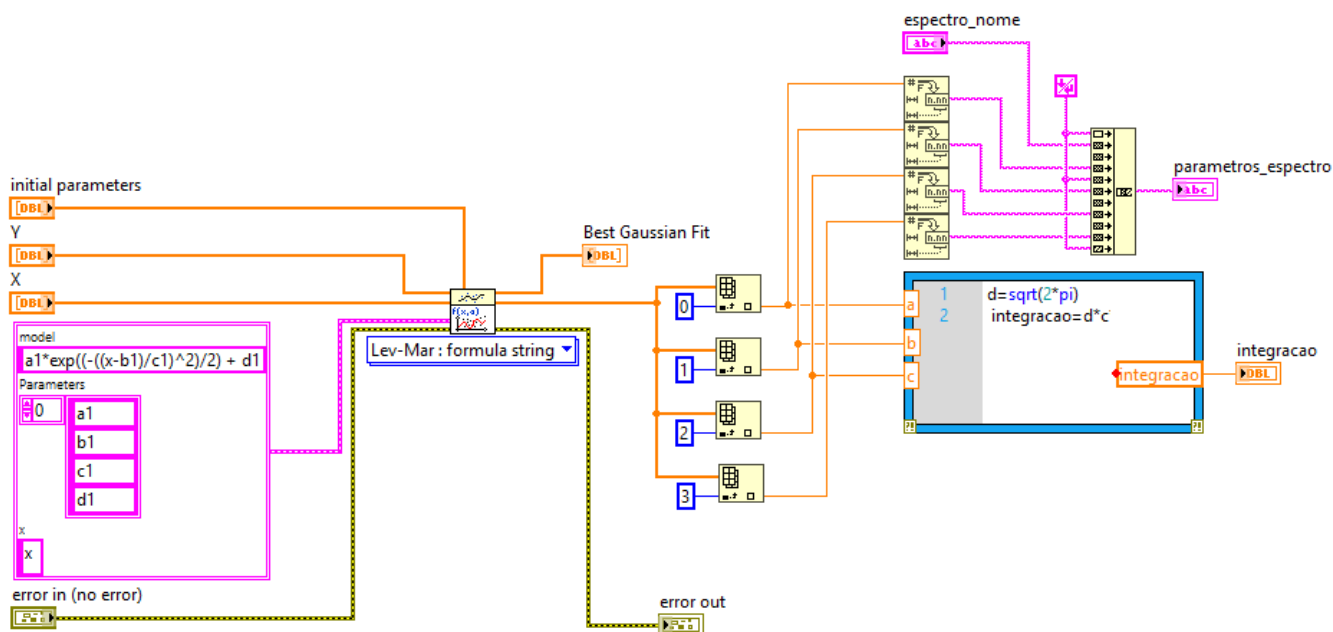


Figura 4: Código do ajuste de curva.

Após o ajuste de curva, plota-se no gráfico da interface os pontos do espectro adquirido e o ajuste de curva realizado.

O envio da intensidade integrada é realizado utilizando o protocolo TCP/IP. O valor calculado é convertido em uma string. Então, o número de bytes da intensidade é calculado e enviado para o cliente por um

comando de escrita. Depois, abre-se outro comando de escrita para enviar a intensidade integrada calculada.

Quando o usuário clica no botão 'Parar' para finalizar a execução da aplicação, é aberto um diálogo para o usuário escolher onde e com qual nome deseja salvar todos os parâmetros calculados do ajuste de curva de cada espectro na forma de arquivo de texto. Após clicar em salvar, o buffer que contém todos os parâmetros de cada

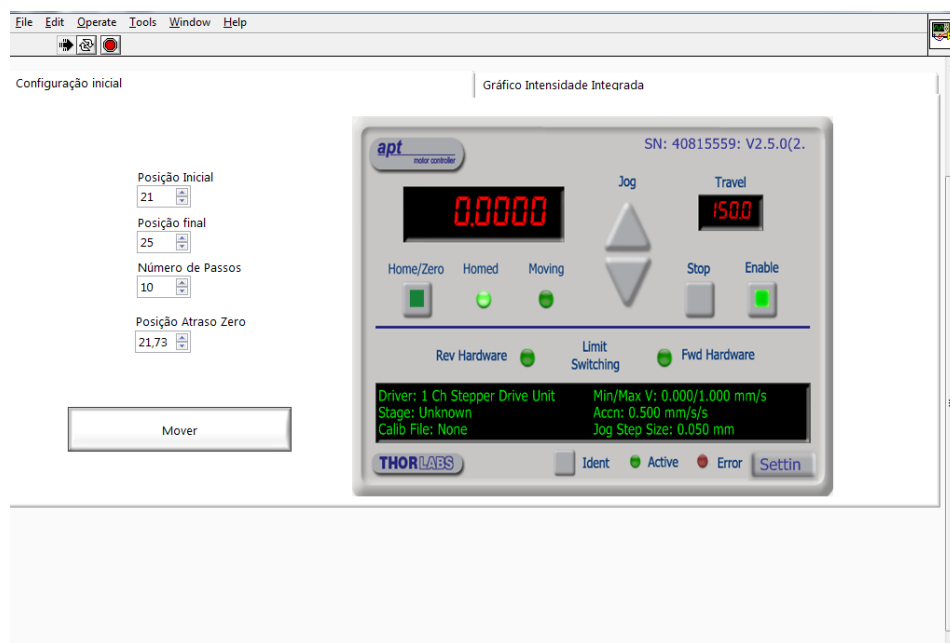


Figura 5: Aba 'Configuração Inicial'.

ajuste de curva realizado em cada espectro é salvo em arquivo de texto no formato '.txt'.

#### 4.2 Aplicação cliente que controla o motor de passos

A interface contém duas abas. Na aba Configuração Inicial, ilustrada na Figura 5, é possível escolher o número de passos, a posição inicial e final do motor e a posição de atraso nulo ilustrados na forma de controles à esquerda da figura. Além disso, essa aba contém um botão para iniciar a execução da aplicação e um container com o controle activeX do programa do motor de passos APT User que mostra a posição em que o motor de passos está. Também contém botões para configurar o motor de passos ou movê-lo manualmente (situado à direita da Figura).

Na aba 'Gráfico Intensidade Integrada', ilustrada na Figura 6, é possível visualizar o gráfico da intensidade integrada em função do atraso temporal que é plotado à medida em que a aplicação está sendo executada. Além disso, essa aba contém botões para parar a aplicação, parar a aplicação e voltar para posição do motor igual a 0 ou pausar a aplicação.

Ao iniciar a execução da aplicação, move-se o motor de passos para a posição 0. Após selecionar a configuração inicial e pressionar o botão iniciar, abre-se, então, um diálogo para o usuário escolher onde e com qual nome quer salvar o arquivo com os dados de posição do motor de passos, atraso temporal e intensidade integrada de cada espectro.

Após o usuário clicar em ok: 1) move-se o motor de passos até a posição 'inicia'; 2) abre-se a conexão com o servidor em um endereço de IP e porta previamente fixados para receber a intensidade integrada que é calcu-

lada pelo servidor; 3) calcula-se o atraso temporal para essa posição do motor; 4) salva-se no arquivo de texto a posição do motor, intensidade integrada e atraso temporal e 5) plota-se no gráfico da interface, a intensidade integrada e o atraso temporal. Executam-se esses procedimentos para cada passo do motor até completar o número de passos configurado pelo usuário.

O IP do computador que controla o espectrômetro foi fixado, de forma que a aplicação sempre abre uma conexão com uma mesma porta e um mesmo IP configurados previamente de forma padrão na aplicação.

O movimento do motor de micropassos é realizado por meio de um controle ActiveX que consegue enviar comandos para o software APT User de forma que ele consiga mover o motor de passos. Com a posição inicial, a posição final e o número de passos, é calculada a distância que o motor de passos deve percorrer de cada vez.

Após mover o motor de passos, a aplicação estabelece uma conexão com a aplicação servidora para que esta realize o espectro, faça a curva de ajuste e envie a intensidade integrada. Dessa forma, a aplicação cliente recebe o número de bytes que se deseja enviar e depois recebe a intensidade integrada do espectro realizado.

Quando o nome e local do arquivo é configurado pelo usuário, cria-se um arquivo de texto no formato '.txt' e abre-se esse arquivo para leitura. A cada passo do motor de passos, salva-se nesse arquivo a coluna de posição atual do motor de passos, intensidade integrada calculada e atraso temporal calculado.

A cada iteração do programa, correspondente a um passo do motor, é plotado na interface o gráfico de intensidade integrada em função do atraso temporal.

Existem dois botões de parar. O botão 'Parar' move o motor de passos para posição inicial configurada e es-

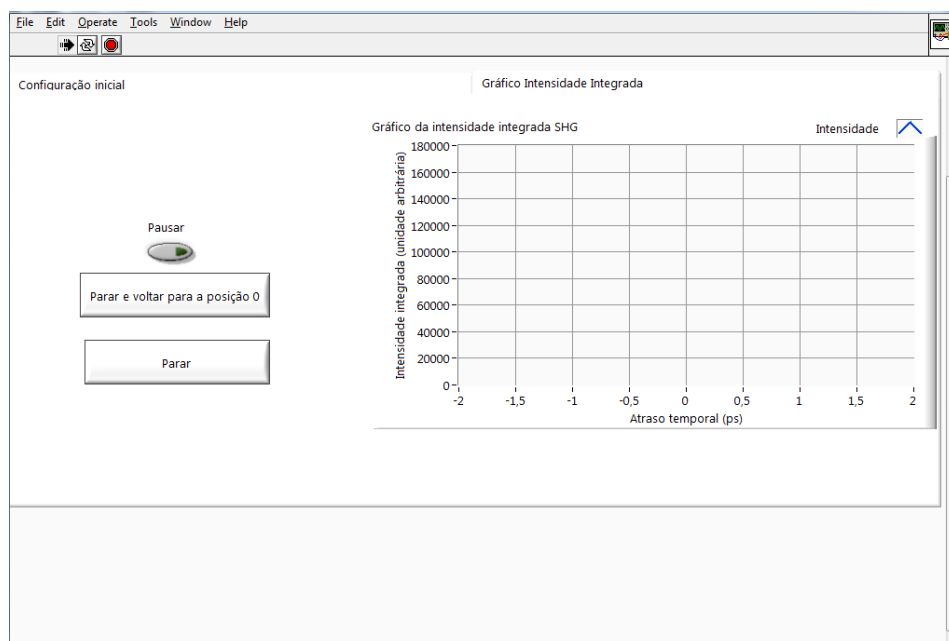


Figura 6: Aba 'Gráfico Intensidade Integrada'.

pera até o botão iniciar ser apertado e continuar com o processo de movimento do motor de passos, e o botão 'Parar e voltar para a posição 0' move o motor de passos para a posição zero e para a execução da aplicação. Além disso, existe um botão para poder pausar a execução do programa em que a aplicação entra em um estado de espera até que o botão 'Pausar' seja desabilitado.

## 5 Resultados

### 5.1 Montagem

A montagem do procedimento para que a luz do laser incida na amostra e seja emitida, e, assim, seja capturada pelo espectrômetro é descrita a seguir. A Figura 7 mostra um diagrama que ilustra essa montagem.

Na Figura 7, pode-se ver que a luz proveniente do laser é dividida em dois pulsos por um divisor de feixes. O pulso de bombeio é desviado para incidir no espelho 1 acoplado ao motor de passos e, então, refletido para o espelho 2. O pulso de prova é desviado para incidir no espelho 4 e no espelho 5 e, em seguida, no espelho 2. O espelho 2 é o ponto de encontro entre os pulsos de bombeio e prova que então incidem no espelho 3 e, em seguida, no microscópio que focaliza os pulsos na amostra. A amostra então emite o pulso resultante que é desviado para o espectrômetro pelo espelho 6.

### 5.2 Amostra Utilizada e sua Focalização

Foi utilizada uma amostra de um cristal óptico não-linear BIBO (BiB3O6) por possuir um excelente coeficiente efetivo não-linear e prover fácil observação da geração de segundo harmônico. Dessa forma, o resultado esperado

é a geração de segundo harmônico resolvida do tempo dessa amostra.

O microscópio empregado foi o Olympus BX41, que focalizou a luz dos pulsos de bombeio e prova na amostra de cristal BIBO. Para isso, observou-se a imagem do microscópio por meio de uma câmera da ThorLabs USB 2.0 conectada a um computador. Utilizou-se o software ThorCam para observar os pulsos de luz incidentes na amostra. A luz incidente na amostra pode ser observada na Figura 8, na qual é possível ver raios circulares concêntricos correspondentes à luz proveniente dos pulsos de laser que incidem na amostra.

### 5.3 Configuração Inicial da Aplicação Cliente

Após a montagem do processo, foi realizada uma aquisição do espectro contínuo utilizando o software Labspec enquanto movia-se o motor de passos para verificar em qual posição deste ocorre o atraso temporal nulo. Para fazer essa verificação, observou-se a posição do motor de passos em que ocorre o aumento da amplitude do espectro em relação às demais posições. Esse aumento observado é em torno de quatro vezes a amplitude do pulso de bombeio ou do pulso de prova, visto que eles possuem mais ou menos a mesma intensidade em seus picos. No ponto de atraso nulo, ocorre a interferência construtiva de fase nula entre os dois pulsos, pois aqui observa-se um espectro de pico de maior amplitude em todo o processo. Encontrou-se a posição de atraso nulo igual a 92,95mm. Dessa forma, escolheu-se a posição inicial igual a 92,7mm e a posição final igual a 93,2mm. O número de passos escolhido foi 100, pois é um número de passos considerável para a observação do fenômeno.

## 5.4 Configuração Inicial da Aplicação Servidora

Com o software LabSpec, observa-se que o espectro do segundo harmônico gerado pela amostra está na faixa de 380nm a 440nm. Logo, realizou-se um espectro com uma aplicação que usa o ActiveX para controlar o LabSpec, na faixa de 380nm a 440nm e salvar no formato '.txt'. Esse é o arquivo de configuração da coluna de comprimento de onda utilizado na obtenção desse resultado.

Além disso, observando o espectro da geração de segundo harmônico da amostra, verificou-se quais seriam bons parâmetros iniciais para o ajuste de curva. Assim, escolheu-se 10000 de amplitude, 410 de posição central, 10 de desvio padrão e 1000 de deslocamento vertical.

Para os parâmetros de aquisição do espectro, escolheu-se número de acumulações igual 1, pois não é um espectro muito ruidoso, tempo de integração igual 1s para que não ocorresse a saturação da amostra, e faixa de 380nm a 440nm para que pudesse ser observado o fenômeno da geração de segundo harmônico.

## 5.5 Ensaios para Medição

Após a configuração inicial das aplicações, executou-se a aplicação servidora e, em seguida, a aplicação cliente.

O tempo demandado para a execução da aplicação foi em torno de 14 minutos, ou seja, um tempo razoavelmente pequeno para a quantidade de dados que foi adquirida, visto que são 100 espectros que se fossem adquiridos manualmente para cada posição do motor de passos demandariam muitas horas de trabalho.

Um exemplo de espectro gerado pela aplicação servidora é mostrado na Figura 9.

Na Figura 9 é possível observar um ruído próximo a 440nm que corresponde à luz visível ou aos raios cósmicos capturados pela CCD do espectrômetro. Esse ruído é identificado na Figura por meio de pontos para os quais

o valor da intensidade é acima de 1060 e podem ser vistos à direita da imagem. É possível observar que o espectro gerado corresponde ao segundo harmônico do laser, pois o laser utilizado possui espectro na faixa próxima a 830nm, e o espectro gerado está na faixa próxima a 415 nm que corresponde à metade do comprimento de onda do laser e ao dobro da frequência do laser como esperado.

O gráfico de intensidade integrada gerado pela aplicação cliente pode ser visto na Figura 10. Nessa figura, é possível observar que próximo ao ponto em que o atraso temporal é nulo, ocorre o ponto de maior amplitude da intensidade integrada. Esse ponto corresponde à posição do motor de passos em que os pulsos de bombeio e de prova incidem na mesma posição na amostra, ocorrendo, assim, o ponto de interferência construtiva máxima entre eles. Além disso, observa-se que esse ponto de intensidade máxima não está exatamente na posição em que o atraso é nulo, pois o gráfico está um pouco deslocado devido à posição de atraso nulo configurada não ser a posição exata.

A variação da intensidade integrada vista no gráfico da Figura 10, entre -0,5ps e 0,5ps é explicada pela interferência entre os pulsos de bombeio e de prova que, dependendo do atraso temporal, pode assumir valores distintos. Essa interferência ocorre quando o pulso de bombeio e o pulso de prova compartilham de uma área comum de incidência na amostra.

Foi realizado um gráfico em formato de cascata dos 100 espectros salvos pela aplicação servidora mostrado na Figura 11, na qual é possível observar um espectro de maior amplitude entre todos os espectros gerados, correspondente à posição do motor de micropassos em que o atraso temporal é nulo. Além disso, é observado nesse gráfico picos próximos de 440 nm correspondentes à luz visível ou aos raios cósmicos. Como a CCD do espectrô-

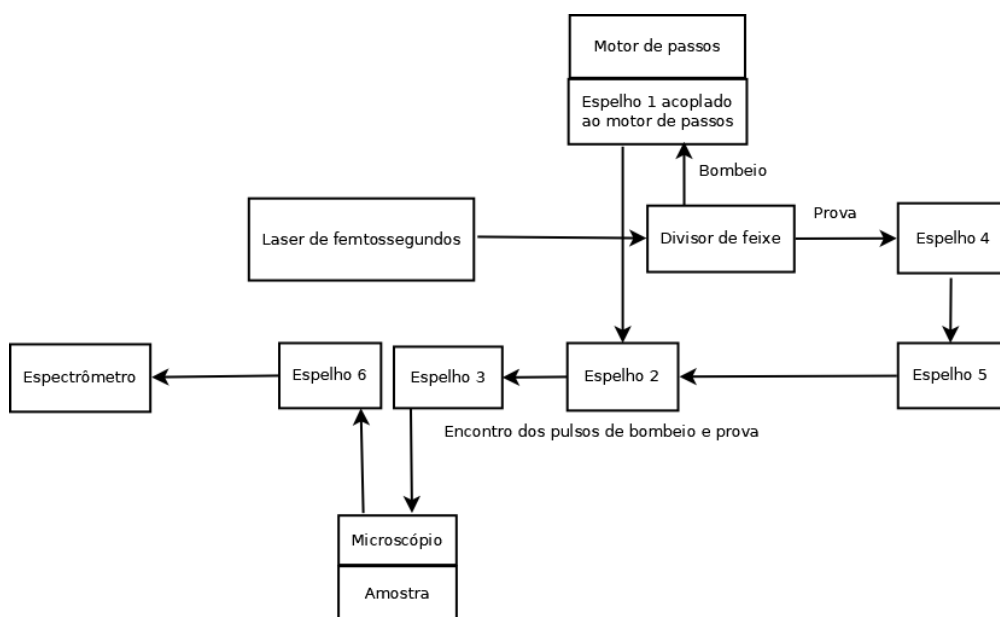


Figura 7: Diagrama de montagem.

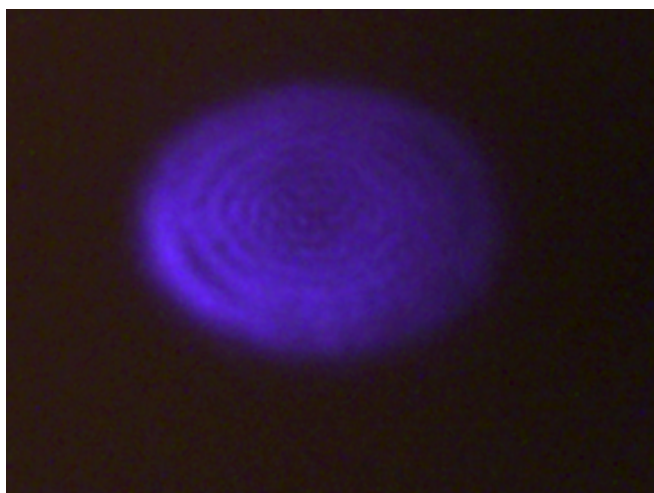


Figura 8: Imagem dos pulsos de laser incidentes na amostra focalizada pelo microscópio.

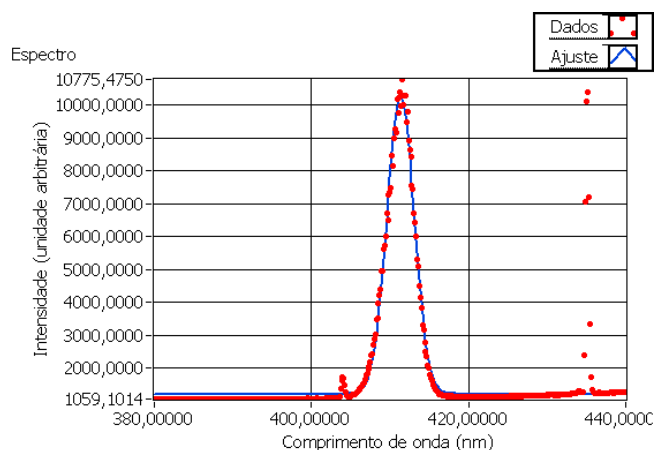


Figura 9: Gráfico gerado pela aplicação servidora.

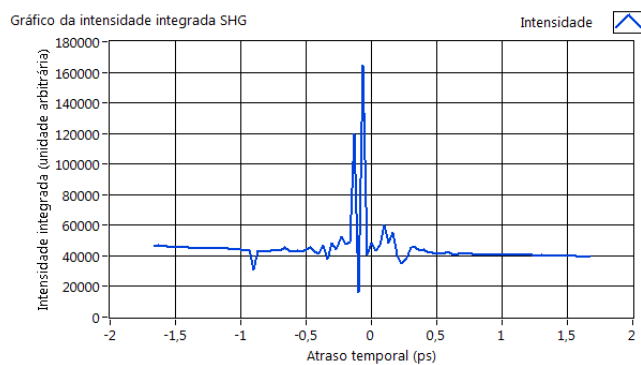


Figura 10: Gráfico de intensidade integrada gerada.

metro é muito sensível, é possível observar nos espectros gerados esses ruídos.

Para a obtenção de 100 espectros, foram necessários cerca de 14 minutos. Se esse procedimento fosse realizado manualmente demandaria horas para ser realizado e muito esforço do operador que teria que mover o motor de passos manualmente via software APT User por 100 vezes e, a cada movimento do motor, adquirir um

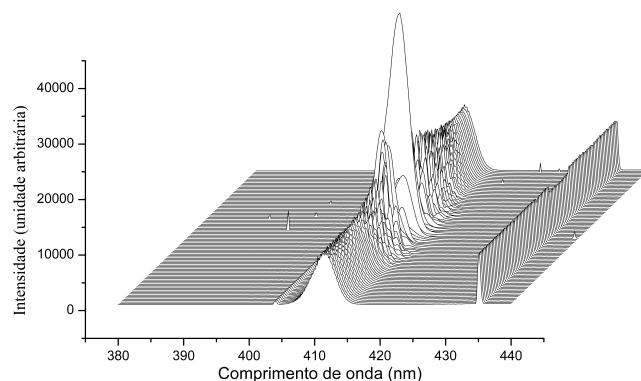


Figura 11: Gráfico em cascata dos espectros gerados.

espectro com o software LabSpec e salvar esse espectro no formato de texto. Após esse procedimento, o operador teria que realizar a análise de cada espectro para obtenção da intensidade integrada. Esse procedimento, se realizado manualmente, demandaria muitas horas de trabalho.

## 6 Conclusão

O presente projeto atingiu os objetivos propostos, visto que foi desenvolvido um sistema na camada de aplicação, no qual é possível controlar o espectrômetro e o motor de passos de forma sincronizada e automática e, dessa forma, obter resultados de intensidade integrada em função do atraso temporal para analisar fenômenos de óptica não-linear que envolvem energia resolvidos no tempo.

Além disso, foi possível obter os dados da intensidade integrada de cada espectro, do atraso temporal e da posição do motor de passos em um arquivo de texto e na forma de um gráfico de intensidade integrada em função do atraso temporal. Também foi possível obter os dados de cada ajuste de curva no formato de uma gaussiana e os dados de cada espectro adquirido no formato de texto. O espectro também é salvo no formato '.ngs' que é um formato do software LabSpec.

As aplicações desenvolvidas fornecem a integração entre os equipamentos que antes não se comunicavam, tornando-se possível o comando automático do espectrômetro e do motor de micropassos. Dessa forma, os objetivos de integração foram atingidos.

Além disso, o tempo demandado para realização do processo foi drasticamente menor que o tempo que seria demandado se o processo fosse realizado manualmente. Dessa forma, o sistema desenvolvido reduz o custo relacionado ao tempo e consegue-se assim obter quantidade maior de dados em menor tempo.

Como limitações do trabalho, houve dificuldade na aquisição do espectro, visto que não foi possível salvar

os espectros com a coluna de comprimento de onda correta, tendo que ser feita uma configuração dessa coluna solicitando arquivo do usuário para correção.

Como trabalhos futuros existe a possibilidade de se levar o trabalho desenvolvido para outros laboratórios de diferentes universidades, o que pode ocasionar ganhos no processo de medição.

## Referências

- [1] Rick Bitter, Taqi Mohiuddin, and Matt Nawrocki. LabVIEW: Advanced programming techniques. Crc Press, 2006.
- [2] Felipe Gonçalves Brites and Vinicius Puga de Almeida Santos. Motor de passo. Pet Tele Universidade Federal Fluminense. Niterói/RJ, 2008.
- [3] NCR Corporation. NCR 53C720 Programmer's Guide. 1991.
- [4] Thonimar Vieira de Alencar Souza. Espectroscopia de femtossegundos e propriedades ópticas não lineares em nanomateriais bidimensionais. 2014.
- [5] Weiwei Feng, Lihuang Lin, Wenyao Wang, Ruxin Li, and Zhizhan Xu. 100-mhz multi-terawatt femtosecond ti: sapphire laser with a regenerative amplifier. Chinese Optics Letters, 5(101):S166–S168, 2007.
- [6] PC Isolani, MC Kida-Tinone, Harrold V Linnert, Jair J Menegon, Jose M Riveros, and Peter W Tiedemann. Construção e desempenho de um espectrometro de massas por transformada de fourier. Quim. Nova, 15:351–354, 1992.
- [7] Gloria Regina Jacobovitz et al. Geração de pulsos laser com duração de femtossegundos. 1985.
- [8] Gary W Johnson. LabVIEW graphical programming. Tata McGraw-Hill Education, 1997.
- [9] Franklin Massami Matinaga. Laboratório de Fotônica. <http://lilith.fisica.ufmg.br/~fotonica/>, 2016. Acesso em : 24-05-19.
- [10] Docs Microsoft. Introduction to ActiveX Controls. [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/internet-explorer/ie-developer/platform-apis/aa751972\(v=vs.85\)](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/windows/internet-explorer/ie-developer/platform-apis/aa751972(v=vs.85)), 2017. Acesso em : 2-05-19.
- [11] Flávio Campopiano Dias de Moraes. Construção e caracterização de um laser contínuo de titânio-safira. PhD thesis, Universidade de São Paulo, 2013.
- [12] Shaul Mukamel. Principles of nonlinear optical spectroscopy, volume 29. Oxford university press New York, 1995.
- [13] Bruno Alberto Soares Oliveira, Servílio Assis, and Carlos Nolli. Development of a prototype electrical energy monitoring system via internet/desenvolvimento de um protótipo de sistema de monitoramento de energia elétrica via internet. Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis, 12(1):48–61, 2019.
- [14] Bruno Alberto Soares Oliveira, Matheus Soares Nametala, Brayan Rawlison Castoril, Marcos Diego Catalano, and Ciniro Aparecido Leite Nametala. Avaliação de uma rede neural artificial como estimador temporal pluviométrico no sistema de abastecimento cantareira. Revista de Informática Aplicada, 14(1), 2018.
- [15] Rüdiger Paschotta. RP Photonics Enciclopedia. [https://www.rp-photonics.com/frequency\\_doubling.html](https://www.rp-photonics.com/frequency_doubling.html), 2017. Acesso em : 2-05-19.
- [16] SS Prabhu and AS Vengurlekar. Time Resolved Pump-Probe Reflectivity in GaAs and GaN. [https://www.researchgate.net/publication/268204574\\_Time\\_Resolved\\_Pump-Probe\\_Reflectivity\\_in\\_GaAs\\_and\\_GaN](https://www.researchgate.net/publication/268204574_Time_Resolved_Pump-Probe_Reflectivity_in_GaAs_and_GaN), 2015. Acesso em : 12-03-19.
- [17] Julio César Braz de Queiroz. Integração de sistemas. Puc Minas, 2010.
- [18] Hubert Zimmermann. Osi reference model-the iso model of architecture for open systems interconnection. IEEE Transactions on communications, 28(4):425–432, 1980.

# Brasil's *Nomen Novun* After Future

## South America Tectonic Plate Shift

Richard B. Cathcart, *GEOGRAPHOS*, California, USA; Nilo Serpa, *Centro Universitário ICESP*, Brasília, BR.

Received: \_08 Jan 2022\_ / Accepted: \_25 Jan 2022\_ / Published: \_28 Jul 2022\_.

**Abstract:** This unusual report has a purpose: to alter the lyrics of a song too many people listen to over and over. We support an effectual re-tuning by appropriate means. One of the means available is geo-fictional. Most probably, the only constraint is that YOU will read the new song-lyrics only once!

**Key words:** South America, tectonic plate, Anthropocene, “Crinkle Geography”, future, Brazil, geomorphological prediction.

**Resumo:** Esta narrativa incomum tem o seguinte propósito: alterar a letra de uma música que muitas pessoas ouvem repetidamente. Nós exortamos a elaboração de um novo arranjo, e, para tanto, o meio disponível que empregamos é de natureza geo-ficcional. Muito provavelmente, a única limitação é que VOCÊ lerá a nova letra apenas uma vez!

**Palavras-chave:** América do Sul, placa tectônica, Antropoceno, “Crinkle Geography”, futuro, Brasil, previsão geomorfológica.

### 1. Introduction

Like many other Earth-bioshell ecosystem-nations during 2020, the economy of Brazil was racked by a strongly adverse — not essentially existential — widespread population trend in common medical conditions induced by the viral ravages of Covid-19; resilient Brazilians still exist, thrive and are unlikely to disappear anytime soon! However, with the elapse of Earthly Geologic Time, Brazil's national territory will be altered into some *thing* not yet geoscientifically foreseeable. So, instead of a “What If” outlook, we adopted an “If Only” viewpoint.

**Corresponding Author:** Richard Brook Cathcart, *GEOGRAPHOS*, [rbcathcart@gmail.com](mailto:rbcathcart@gmail.com).



Because we have a desire to enhance a different preferred outcome from what is commonly suggested, here we attempt to put Brazil's superficial future geological presence into a funhouse mirror manufactured by some science fiction-inspired, perhaps day-dreaming, professional geoscientists.

Very few commercial films have ever featured any players clearly identified as fictional geologists; the commercial movie we suggest to be the best example of such an entertainment is 1965's *Crack in the World* wherein three main characters were such leads. Some of our motivation for this unusual essay stems from a real-world indifference to the propaganda present everywhere in today's specialized and popular news-media urging all humankind to adopt that arrogant geo-technical stratum moniker, the “Anthropocene”. It is an improper designation since our ever-changing planet and debris from its surrounding Universe will inevitably destroy, or conceal forever, even *Homo sapiens*' most awesome cultural creations within our changeable planet



as Dr. Nigel Clark's *Inhuman Nature: Sociable Life on a Dynamic Planet* (2011) discusses; as elaborated therein, known and unknown forces acting constantly and intermittently on Earth are not always benevolent towards its gravity-restrained life. (South American Portuguese language speakers use "Antropoceno" while Europe's Portuguese speakers use "Antropocénico".) A 2013 film, *Elysium*, artfully imaged Earth's visible ground-surface as a borderless super-favela orbited by a visible torus-city owned and operated entirely on behalf of Earth's social, economic and military masters; human elites inhabiting a similar torus-city was first macro-imagined in 1929 as "Saturnia" by the Russian architect Viktor Petrovich Kalymkov (1908-1981) [1].

We felt ourselves compelled by recent revelations in Geoscience literature to ask: "Does Japanese science-friction writer Sakyo Komatsu's *The Capital Vanishes* (1985) have any serious application to 2020 Brazil's slowly abating Covid-19 crisis? Of course, Brasilia has not yet disappeared from sight, nor its city-centered lawful yoke of elected and unelected politicians, but tax-paying Brazilians remain aboard a sad cruising carnival "Ship-of-State" after its catastrophic collision with a coronavirus-instigated pandemic. Selfishly seeking to remain relevant for their ever more needful voting constituents' politicians, sometimes working in isolated Brasilia, continue to conflate a pervasive real-world disease, the novel Wuhan coronavirus, with a very unreal powerplay focused on Brazil's hypothetical climate regime futures. True, if the country's Amazon River Basin rainforest air temperature exceeds 32<sup>0</sup> C, plant resiliency will weaken markedly, endangering the rainforest's existence [2]; were the South Atlantic Ocean to rise markedly its seawater could unstoppably flood vast swathes of the Amazon River Basin, killing many oxygen-emitting green plants [3]. Rather analogous to what Covid-19 does to an infected human's lungs, the falsely alleged "Lungs of the World" could become congested with dead plants and creatures! Brazil's river basins decrease in area with proximity to

its South Atlantic Ocean coastline and complicated super-computer modeling studies have illustrated that a 100 m sea-level rise is capable of triggering, or modulating, tectonic plate activity, like the State of California's San Andreas Fault Zone vicinal to the Salton Sea.

United Kingdom geographer Dr. Nigel Clark has emphasized the fact that many geoscientists have deployed "...tropes of cuts, gouges, gashes...to help...[readers and viewers] empathize with the inhuman vastness of [ordinary and extra-ordinary] violent Earth processes. Social thinkers...have long borrowed geologic imagery — rifts, ruptures, chasms, seismic shifts — to portray events so momentous that they affect our very ability to make sense of the world" [4]. Conversely, vigorous advocates of "THE Anthropocene" concept invert this three-dimensional geographical scale to accuse other humans as the history-cataloged dominant inflictors of grievous geophysical injury and destruction upon an invaluable Solar System astronomical body, Planet Earth. In fact, their voiced negative documentations and enumerations of destructive human agency often verge on "idol-worship" of a designated Devilish species of life! Yet, amazingly and with abundant faithlessness, they also wish to designate a few elite persons to direct humankind in some still-to-be-revealed-effort to reverse all such damages and inequities! Too, such highly emotionalized, sometimes barely geoscientific — publicized opinions are being currently concocted and dispersed during civilization's initial industrialized attempts at creating a supportive sustainable economy which includes garnering of the closest available energies and elements of the entire Universe. For its dronish advocates, "THE Anthropocene" is the be-all and end-all.

Reasoning that still non-envisioned, completely unrecognized or vaguely observed universal facts and factors are influencing Planet Earth, Portuguese geoscientist Dr. Fernando Ornelas Marques and his

German colleague Dr. Boris J.P Kaus embarked on a drastically different course of problem investigation and elucidation [5], their investigatory tach that might well be named “Crinkle Geography” [In Portuguese: enrugar, nodular]. “THE Anthropocene” aficionados commonly allege that, by circa 2060, the human civilization energy use system shall be comparable to the natural global energy system driving the whole Earth’s plate tectonics [6]. At least as bold as mythology’s Otus and Ephialtes who deliberately piled Mount Pelion atop Mount Ossa and Mount Olympus, in their hard effort to apprehend geoscientific fact instead of trying to gain Heaven to attack the ancient Greek gods, Drs. Marques and Kaus sought to project their combined outlooks successfully into an intriguingly speculative unique and new “If Only”-styled Macro-Imagineering [7]: prediction of Brazil’s possible far-future future national territory, its emerging and disappearing undulatory “Crinkle Geography”. Briefly, they proposed some currently unexpected future tectonic movements of the South American Tectonic Plate on which rests the ecosystem-state of Brazil after that Earth-crust subdivision’s subduction is initiated at its now passive margin beneath the South Atlantic Ocean. Possibly the South American Tectonic Plate, **Figure 1**, originated as a result of our early-Earth’s primordial expansion caused by its ever-present first internal heat source, the Earth-core [8-9]. An entirely molten Earth would have been ~5% bulkier than a solid counterpart because the radiogenic heating rate shortly following its formation as an object within the Universe may then have been  $10^3$  to  $10^4$  times greater than present-day measured values; whenever Earth’s internal nuclear fission reactions—primarily of Uranium, Thorium and Potassium—finally ceases in the non-anticipatable far-future, there would have been by then an guesstimated total planetary mass reduction of  $\sim 4.32 \times 10^{17}$  kg. Although the mass of the continental crust is ~0.5% of the Earth, it covers ~40% of the Earth-surface and composes ~80% of the Earth-crust’s total volume. During our biological and spiritual homeland’s

multi-billion year Geologic Time, it has fractured into many different tectonic plates; the number extant during our lifetimes is not fully known since new tectonic plate boundaries are appraised as actually just forming (for example, the Red Sea).



**Figure 1.** The New World’s Tectonic Plates as mapped by modern-day Geoscience experts.

## 2. THE so-called human-induced Age of Earth-surface Patina

The long-term geophysical durability of the State of California was, for first time ever, questioned during 1933 in a little-read satirical book penned by USA novelist Myron Brinig (1896-1991) [10]. At the book’s finale, he supposed as a novelty ending, that the BIG ONE [major San Andreas Fault Zone seismic event] eventuates in California sliding into the eastern North

Pacific Ocean in one massive continuous lateral tectonic movement carrying its intricately fractured landscape replete with its associated well-rattled human infrastructure [11]. By choosing that specific catastrophic event, he ensured that there never could be an “Age of Patina” as John Beck’s *Landscape as Weapon: Cultures of Exhaustion and Refusal* (2020) has comprehensively postulated a theory of dereliction — that is, his “abandoned places” which serve those who apparently endorse “THE Anthropocene” idea of Earthly Geologic Time. Four decades later, the Japanese novelist Minoru Komatsu (1931-2011) macro-imagined in his entertaining, purely fictional and highly popular *Japan Sinks* (1973; Japanese: *Nippon Chinbotsu*) that the archipelago of the western North Pacific Ocean literally submerges as a collision of two Northern Hemisphere tectonic plates causes the one supporting that Old World ecosystem-nation to buckle under. Japan disappears because of nothing more than Nature’s implacable and impersonal event-processes. Komatsu’s is a Gedanken-Experiment (German: Gedankenexperiment) on the endurability, basic nature and psychological veracity of the Japanese peoples’ identity, the old-fashion “National Character” suggested by outdated Sociology. Drs. Marques and Kaus did not address that aspect of their geophysical forecast for Brasil and we won’t try to do much with that concept either!

### 3. Geoscientific Macro-imagined natural Earth-crust reshaping

The first map of the Earth’s entire crust without its obscuring ocean present was published in 1690 by Willem Goeree (1635-1711). Since that time, many hypotheses and theories have been produced and presented that are focused on the Earth-crust’s formation and change during Geologic Time [12-14]. How pre-Homo sapiens Nature first broke Earth’s outermost solid rocky shell into multiple tectonic plates, thus creating Earth’s initial global “Crinkle Geography”, openly remains a subject of considerable contention among geoscientists and others [15]; for our purposes

herein, it is sufficient to say merely that such fracturing probably took place long before at least macroscopic life-forms existed. But, for our own edification and that of our readers, we introduce more astronomical and geological air-ocean-rock interface shell-shaping factors related to the Earth-crust than did Geoscience forecasters Marques and Kaus [5]. For instance, “Crinkle Geography” is produced partly by falling exogenic debris since the annual usual risk to Earth from larger meteoroid impacts is ~12% greater at the Equator than elsewhere [16]. Of course, such ballistic impacts might be just a blip in the long-duration of reshaping proposed by Marques and Kaus wherein they forecast abrupt subduction onset at the currently passive margin of the South American Tectonic Plate, followed by the collapse of the Andes Mountains [17-18] and, almost simultaneously, the increased lateral spreading rate of the Mid-Atlantic Ridge sequestered beneath the South Atlantic Ocean. Another extra-terrestrial factor might be future changes in the Sun’s energy output and the Earth’s air content of gases and overall mass that results in ozone loss and increased UV-B radiation impinging at ground-level where present-day animal and plant life abounds [19].

Normally — that is, before the onset of its extant Covid-19 times shared by Earth’s human populace — the Brazilian “National Character” exhibited a strongly and widely held outlook that conceived Brazil as a geologically “blessed land” [20]. (Few ever include Portugal’s 1755 seismic disaster in their evaluation of their own ecosystem-country’s worth.) Yet, perhaps, a little more thought ought to be elucidated about Brazil’s vulnerabilities. For example, a 1690 earthquake in the Amazon River Basin may have had a maximum magnitude of 7, at least the equivalent of the mid-USA Mississippi River Valley tremor of 1811-1812 [21]! The published work of Drs. Marques and Kaus has its true value in forcing a powerful and sustained geoscientific re-think of Brazil’s topical and Tropic Zone future “Crinkle Geography” because, undoubtedly, practical

prediction of the geomorphological condition of the Earth-surface—including both its volume susceptible to human manipulations and that volume which Nature alone has mastery of — is very likely to assume increasing importance. For sure, the market-value of accurate real-world predictions will increase markedly as humans delve further into the convoluted social and industrial mysteries of “global sustainable economies”. Therefore, Drs. Marques and Kaus have helped our achievement of this vital goal by having taken on the arduous intellectual task of acquiring geoscience knowledge of the push-pull driving endo-genetic energy system for the South American Tectonic Plate. Certainly, super-computer modelling of far-future Brazil’s geomorphology must be apprehended and treated as oxymoronic products until the precision of prediction is almost indisputably certain enough to generally satisfy the slightly informed Brazilian public and their representative political leaders.

### 3. Discussion

Earth’s Southern Hemisphere is enduring shifts in temperature and precipitation patterns possibly due to changes in the planet’s aerial ozone, especially above Antarctica. Brazilians are wearing lighter-weight and softer-colored clothes to acclimate to apparently warmer as well as drier/wetter territorial climate regime patterns which makes them more susceptible to the damaging skin effects of UV-B radiation. A natural or unnatural total disappearance of atmospheric ozone, more solar radiation impacting, would reach ground-level [22-23]. It is comforting to realize that ~0.3% of the air has been breathed even once by a single Homo sapiens throughout recorded history. “If Only” every green plant halted production of oxygen? The oxygen gas content of air would decrease by < 1% in 20 years and only if Earth-surface erosion accelerated could there be a transformation severe enough (over an unfolding four-million-year period) to consume all free oxygen remaining in the air [24-25]. Drs. Marques and Kaus (#5, page 11): “A comparison cannot be made with the

impact human activity may have on climate change”. Summarizing their significant contribution to the “If Only” genre, at page 14, specifically in their **Figure 13** — which must not be reproduced according to the publishing journal’s Guidelines — shows Brasil as Brazilians of the far-future, possibly enjoying more healthful, prosperous and politically rewarding times too, would exist in a vastly re-shaped ecosystem Nation still atop the South American Tectonic Plate. Would people living then and there want a new toponym for their beloved homeland? We cannot divine if Brasilia will be ruined, buried or scrapped into non-existence by the Earth’s subduction event-processes.

### 4. Last comments: the ills of our lifestyle

Earth is a geologically active planet, a fact of crucial relevance for the permanence of life as we know it. In fact, geological activity is one of the markers of the potential for the existence of life on other planets. Ironically, geological activity is also a lethal agent. Despite the widely accepted hypothesis of the impact that would have led to the extinction of the dinosaurs, the fact is that those creatures had already been suffering from the gases of intense volcanism emitted sporadically for just over 60 million years. We can say that, in a broader view, the Earth, with all its geological and biological diversity, constitutes a living system; death and life alternate in cycles of varying geologic time durations. We depend on the renewal of gases and soils, although there is an enormous gap in “deadlines” between recognized events that occur with the passing of geological time and barely recorded anthropic events that cause environmental imbalances in the planet. Earthquakes and active volcanoes, seen mainly from the side of the catastrophes they cause, are necessary in the long-term (after all, we choose to inhabit dangerous areas!).

In the last 120 years, humanity has given a considerable “push” towards the imbalance of telluric forces. If geophysical phenomena naturally involve great

uncertainties, imagine now with our contribution! A terrible example is the biodiverse natural vastness transformed into the sameness of large-scale monocultures (normally this subject is not associated with questions of Geophysics, which is a colossal mistake! For example: during 1955 geoscientist Sidney Paige (1881-1968) uniquely looked to our Sun as the source of energy for orogenesis and epeirogenesis [26]). It is not just the inability (or anthropogenic disability) of these soils for human food production, but the inability to return to harbor biodiversity precisely in the sense of the mycelial biological model (destroying biodiversity, we affect bioclimatic cycles that in turn feed back instabilities in the surviving mycelial networks). The depletion of soils is inevitable given the use we make of them. Although the demand for food grows at an alarming rate, there is a whole stimulus to the rampant consumption of agrarian products on an unsustainable scale — not merely empty market shelves, but also barren places that were once luxuriant green fields and thriving livestock. As a result, an unbelievable amount of food literally goes to waste. The grain production model adopted is highly questionable, since it elevates the capitalist interest upward the strong pressure that occurs in the natural environment. Milk and its derivatives are consumed far beyond the real nutritional needs at levels that are harmful to health. Likewise, meat, processed or not, is consumed in absurd amounts. In both last cases, the impact of livestock on soils and on the volume of greenhouse gases is undeniable.

Seismic activities in Brazil are generally seen as irrelevant, since known geologic faults are located far from the edges of convergence of tectonic plates. But Geophysics is very complex. In this domain, phenomena are largely interfering and the causal chain almost never shows clear boundaries. Climates altered by large devastation of forests for planting and cattle raising imply chains of geophysical imbalances on the El-Niño (and La-Niña) cycles, on the dynamics of glaciers, on the rainfall regime, on the level of the adjacent South

Atlantic Ocean (and, as highlighted above, the increase in seawater volume can significantly affect tectonic activity), on the volume of river runoffs, and so on.

The popular, narrow-minded “news” media prefers to show Brazil as a vast barn, a kind of breadbasket for the world. This image is both pernicious and fanciful. In the first place, because IF the country really were a barn, the inequality caused by hunger within its national borders would not exist therein (the populist “Fome Zero” was nothing more than an electoral decoy!). Secondly, because reducing the nation to a world breadbasket diminishes the prospects of scientific-technological development, and, consequently, of social development. Third, because the problem of food scarcity cannot be solved with a centralized solution. Finally, because maintained barns ultimately need to be sustainable and ecologically balanced like any warehouse, the opposite of what is observed within Brazil. Therefore, this idea of a “barn nation” creates the fiction that we can feed the world indefinitely at the expense of destroying an unparalleled Tropic Zone-centered biodiversity. The geophysical consequences of this monument to ignorance are incalculable.

In short, we are on the cusp of a dramatic socio-economic denouement. The futuristic vision that we all want shall be possible “If Only” we manage to resist the overwhelming advance of a veritable “cloud of locusts” coming from the East, greedy for our soybean and other valuable resources. Meanwhile, soil management initiatives are still very timid in face of what we actually need to reverse the current increasingly dire environmental situation. It seems that we don't really want to solve anything. The slowness with which nature operates cannot rival the predatory speed of humanity. It's hard to believe that a species devoted to power and profit, uncritically consuming animals so close on the evolutionary scale, could change its course. Extrapolating science-fiction in a very fanciful way, we

believe Earth would survive humanity as it is "If Only" we became an artificial and radically different species, a species capable of simultaneously eating and photosynthesizing!

## References

- [1] Sarkis, H. and Barrio, R.S. with Kozlowski, G. (2019) *The World as an Architectural Project* (Cambridge, MA: The MIT Press) pages 139-139.
- [2] Sullivan, M.J.P. et al. (22 May 2020) "Long-term thermal sensitivity of Earth's tropical forests" *Science* 368: 869-874.
- [3] Cathcart, R.B. (Outubro 2018) "Galvanic Tripartite Amazon River Basin Macro-Imagineering" *Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada* 3: 4-5.
- [4] Nigel Clark (2020) "Resilience in the Anthropocene: Governance and Politics at the End of the World", Chapter 9 *IN* Chandler, D. Grove and Wakefield, S. (Eds.) *Primordial Wounds* (London: Routledge) 206 pages.
- [5] Marques, F.O. and Kaus, B.J.P. (2016) "Speculations on the impact of catastrophic subduction initiation on the Earth System" *Journal of Geodynamics* 93: 1-16. (SEE also citation #8 and #12-14.)
- [6] Hausler, H. (April 2018) "Did anthropogeology anticipate the idea of the Anthropocene?" *The Anthropocene Review* 5:5.
- [7] Beck, John and Bishop, R. (2020) *Technocrats of the Imagination: Art, Technology and the Military-Industrial Avant-Garde*. (North Carolina: Duke University Press).
- [8] Herndon, J.M. (2006) "Solar System Processes Underlying Planetary Formation, Geodynamics, and the Georeactor" *Earth, Moon and Planets* 99: 53-89.
- [9] Tang, C.A. et al. (2020) "Breaking Earth's shell into a global plate network", *Nature Communications* 11: 3621.
- [10] Brinig, M. (1933) *The Flutter of an Eyelid*. (New York: Farrar & Rinehart).
- [11] Edgeworth, M. et al. (2015) "Diachronous beginnings of the Anthropocene: The lower bounding surface of anthropogenic deposits" *The Anthropocene Review* 2: 33-58.
- [12] Sudiro, P. (2014) "The Earth expansion theory and its transition from scientific hypothesis to pseudoscientific belief" *History of Geo- and Space Sciences* 5: 135-148.
- [13] Kragh, H. (2015) "Expanding Earth and declining gravity: a chapter in the recent history of geophysics" *History of Geo- and Space Sciences* 6: 45-55.
- [14] Edwards, M.R. (2016) "Indications from space geodesy, gravimetry and seismology for slow Earth expansion at present—comment on 'The Earth expansion theory and its transition from scientific hypothesis to pseudoscientific belief' by Sudiro (2014)" *History of Geo- and Space Sciences* 7: 125-133.
- [15] Tang, C.A. et al. (2020) "Breaking Earth's shell into a global plate network" *Nature Communications* 11: 3621.
- [16] Evatt, G.W. et al. (2020) "The spatial flux of Earth's meteorite falls found via Antarctic data" *Geology* 48: G46733.1.
- [17] Martinod, J. et al. (May 2020) "Widening of the Andes: An interplay between subduction dynamics and crustal wedge tectonics" *Earth-Science Reviews* 204: 103170.
- [18] Dielforder, A. et al. (June 2020) "Megathrust shear force controls mountain height at convergent plate margins" *Nature* 582: 225-229. SEE also: Agrawal, S. et al. (16 June 2020) "The Deformational Journey of the Nazca Slab from Seismic Anisotropy" *Geophysical Research Letters* 47 (11). <https://doi.org/10.1029/2020GL087398>.
- [19] Marshall, J.E.A. et al. (2020) "UV-B radiation was the Devonian-Carboniferous boundary terrestrial extinction kill mechanism" *Science Advances* 6: eaba0768.
- [20] Lopes, M.M. and Figueiroa, S.F. de Mendonca (March 2020) "The History of Geology Meets Disasters: A Brazilian Perspective" *Isis* 111: 104-111.

- [21] Veloso, A.V. (2014) “On the footprint of a major Brazilian Amazon earthquake” *Anais da Academia Brasileira de Ciencias* 86(3): 1115-1129.
- [22] Newman, P.A. et al. (2008) “What would have happened to the ozone layer if chlorofluorocarbons (CFCs) had not been regulated?” *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions* 8: 20565-20606.
- [23] Bordi, I. et al. (2012) “On the climate response to zero ozone” *Theoretical Applied Climatology* 109: 253-259.
- [24] Trenberth, K.E. and Smith L. (2005) “The Mass of the Atmosphere: A Constraint on Global Analysis” *Journal of Climate* 18: 864.
- [25] Soo, R.M. et al. (31 March 2017) “On the origins of oxygenic photosynthesis and aerobic respiration in Cyanobacteria” *Science* 355: 1436-1440.
- [25] Paige, S. (1955) “Sources of Energy Responsible for Transformations and Deformation of the Earth’s Crust”, pages 331-342 IN Poldervaart, A. (Ed.) *Crust of the Earth (A Symposium)*. Geological Society of America Special Paper 62. SEE also: Rosing, M.T. et al. (2006) “The Rise of Continents—an essay on the geologic consequences of photosynthesis” *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232: 99-113 and Dyke, J.G., Gans, Fk. And Kleidon, A. (2011) “Towards understanding how surface life can affect interior geological processes: a non-equilibrium thermodynamics approach” *Earth System Dynamics* 2: 139-160.

# Rio de Janeiro Citizens Eschew Further Mangrove Loss in Preference to a Potential Development of a “Guanazilla”

**Charles W. Finkl**, Coastal Education & Research Foundation, Asheville, North Carolina, USA and  
Department of Geosciences, Florida Atlantic University, Boca Raton, Florida, USA.

**Richard B. Cathcart**, GEOGRAPHOS, California, USA.

**Nilo Serpa**, Centro Universitário ICESP, Brasília, Brasil; Université des Sciences de l’Homme, Paris, FR.

Received: \_10 Jan 2022\_ / Accepted: \_20 Jan 2022\_ / Published: \_28 Jul 2022\_.

**Abstract:** Symbolic transformation of “Guanazilla” (a melding of an indifferent and ignorant public with NWO groupthink from professional politicians’ mindsets) from villain to magnificent virtuousness is a transition that is positively well-worth seeking. It is posited here that Guanabara Bay can again become a naturally functional coastal marine ecosystem! The purely fanciful model “Guanazilla” is used as a mentated or metaphorical approach to address the mega-problem of potential environmental harm to the upper-bay’s precious mangrove stands. This metaphor is applied with a purposeful yet playful attitude and a curious perspective. This unique perspective, which provides a forward-looking expression for both the mega-mangrove problem and its potential remediation, is offered for consideration without apology. Because Guanabara Bay is a Brazilian cultural keystone, it is prudent to avoid the development of an unwanted and degraded “Guanazilla.” This avoidance of potential eco-catastrophe is possible via implementation of environmental training that will ensure the iconic mangrove’s proper long-term maintenance, protection, preservation, and enhancement.

**Key words:** Macro-engineering, Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Godzilla film, plastic debris, seawater cleaning, mangrove park preservation.

**Resumo:** A transformação simbólica de “Guanazilla” (uma fusão de um público indiferente e ignorante com o pensamento de grupo da NWO da mentalidade de políticos profissionais), de vilania para virtuosidade magnífica, é uma transição que vale a pena procurar. Postula-se aqui que a Baía de Guanabara pode voltar a se tornar um ecossistema marinho costeiro naturalmente funcional! O modelo puramente fantasioso “Guanazilla” é usado como uma abordagem mental ou metafórica para lidar com o megaproblema de possíveis danos ambientais aos preciosos manguezais da baía superior. Essa metáfora é aplicada com uma atitude propositiva, porém lúdica, e uma perspectiva curiosa. Essa perspectiva única, que fornece uma expressão voltada para o futuro, tanto para o problema dos megamanguezais quanto para sua possível remediação, é oferecida para consideração sem desculpas. Como a Baía de Guanabara é uma pedra angular da cultura brasileira, é prudente evitar o desenvolvimento de uma “Guanazilla” indesejada e degradada. Essa prevenção de uma potencial catástrofe ecológica é possível por meio da implementação de treinamento ambiental adequado que garantirá a manutenção, proteção, preservação e enriquecimento do manguezal icônico no longo prazo.

**Palavras-chave:** Macro-engenharia, Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Godzilla film, resíduos plásticos, limpeza da água do mar, preservação dos manguezais.

## 1. Introduction

Excrement dropped by cows (manure) and birds (guano) is agriculturally valuable as a commercial

soil amendment when used as a natural fertilizer to increase crop yields. In the USA, the revered Californian former farmer and political regime reformer Howard Jarvis (1903-1986) used the 1978 political campaign phrase “*That’s a bunch of Bandini*” whenever his elite-class State Constitution

**Corresponding Author:** Charles W. Finkl, [cfinkl@me.com](mailto:cfinkl@me.com).



CALIBRE – Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada, ISSN 2526-4192.  
Livres direito de cópia de acordo com os princípios estabelecidos pela *Creative Commons*.

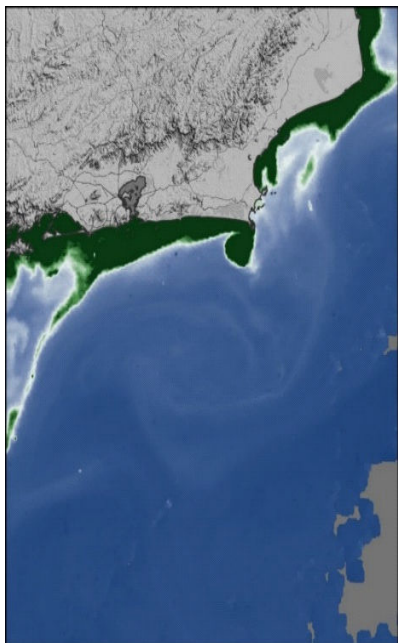
Amendment 13 ballot initiative political opponents intentionally voiced voter-deception falsehoods or misleading but mind-numbing airy non-factual generalizations. (In the State of California, USA, the Los Angeles-based *Bandini Fertilizer Company* still sells bagged cattle feces, also known as *basta* in Portuguese or more rudely as bull-shit in English.) Nowadays, in the English and Japanese languages [1], the suffix “zilla” is a polysemic denotation for many kinds of fanciful creatures that are enormous, powerful, and sometimes angry. The term “Guanazilla” is a geographically localized homosemous takeoff that identifies the same ugly notion of an enlivened and putrid ‘Guanozilla.’ Guanabara Bay encompasses the polluted totality that currently is the city and State of Rio de Janeiro’s infamously and unnecessarily polluted international touristic marvel seascape. Guanabara Bay, which is identified here as “Guanazilla”, is certainly Guanozillic in nature due to its massive pollution.

The metaphoric monster’s shiny multi-colored fearsome embodiment and awakening geophysical agency is caused by improperly regulated environmental management that has allowed Synthetic Biology to go awry [2]. This sad state of environmental degradation is observed to adversely impact the channel, seabed, and tidal seawater separating a famed university situated on the Ilha do Fundão from the nearby mainland. The close proximity of a major petroleum refinery with a technically troublesome discharging oil pipeline (Petrobras-II) is found on the bay’s northern shoreline, the Duque de Caxias [3]. Although titled like a law-court case brief, to a degree, this inculpatory investigation (for science-fiction/science) exposes parallels in *Mutant 59: The Plastic Eaters*, penned and published 50 years ago by Gerry Davis (1930-1991) and C.M.H. Pedler (1927-1981), where an ever-accumulating large mass of mutating bacteria, which had accidentally avoided a shutdown biological research program’s No. 1 safety protocol

by being dumped down the laboratory’s sink drain by a janitor, unstopably wreaks havoc on human civilization’s infrastructures unfortunately assembled with plastic parts! The only positive side-effect, not anticipated by the novelists, is that the world-ocean might be cleansed of plastic pollution in this way. In other words, monetary funding was inputted to support the investigative scientific “workforce.” This defamatory pejorative for ‘research’ is commonly used to relegate practical scientists and macro-engineers to perceived inferior societal status. The metaphorical bacterium was developed as thru-put and the semi-fictional ‘Guanozilla’ is the industrial output of a poorly-operated, lax, and corrupt government plus disinterested citizenry combined.

Fictively and quickly self-assembled by gigantic organismic willpower, constituted from Guanabara Bay’s vast aggregation of urban trash discards (e.g., macro- and microplastic debris), ‘Guanozilla’ possesses the power to permanently sterilize Guanabara Bay. This situation obtains because flushing and rejuvenating tidal waters will, in effect, soon become poisoned effluent that is caused by the inevitable degradation of uncontrolled plastic waste. This degradation of the marine environment will adversely impact waters of the South Atlantic Ocean water outside Guanabara Bay as well as inside the bay proper (**Figure 1**). The metaphor of ‘Guanozilla’ thus represents foolish, greedy, and complacent political elites as well as careless, inconsiderate, and ignorant residents as well as employees of Rio de Janeiro city and State since both groups have had a direct hand in its formation and “existential maintenance.” Their extreme mishandling of their own waste products begs to be displayed in artworks such as those produced by Estelle Chretien. In her *Operation Terrestre*, for example, an actual well-trimmed lawn outside a stately home in France, which is vertically incised by a trench, obviously requires some

minimal healing suturing. She deftly demonstrates therein by using a pseudo-surgical thread as half-done actual garden repair work [4].



**Figure 1.** State of Rio de Janeiro beachgoers were constantly plagued by a smelly Red Tide (dark reddish-brown color) caused by a massive blooming of dinoflagellates, *Mesodinium rubrum*, etc., from 3 November until this captured satellite image on 26 December 2021. Gradually, as the season changed, the bloom dissipated and disappeared; the dark green color along the shore is the normally non-toxic bloom that sometimes becomes toxic.

Authorities of the State of Rio de Janeiro, during 2021, privatized the failing urban sanitation service *Cedae*. The operating responsibilities of this service were handed over to the city and 26 other Guanabara Bay-bordering municipalities to the company Águas do Rio. Staffed by a surviving cadre of an apparent civic leader's sacrificial aquatic zone, as well as being monitored by the so-called bay-protecting *Baia Viva*, the visible results of this transaction so far remain unimpressive. During 2021-2022, professional politicians sought to privatize about 10% of beaches located in a city for the purpose of development intensification of beachfront businesses. Presented as PL n.4444/2021,

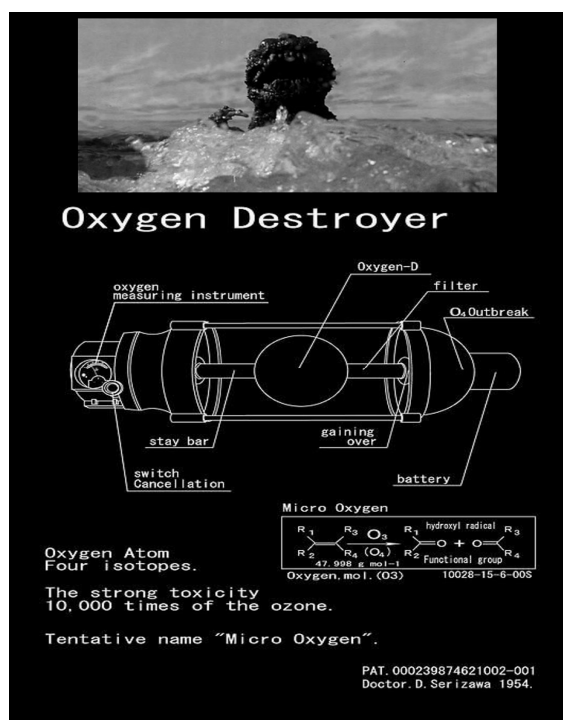
the question arises as to whether the care and cleaning of privatized beaches becomes the sole responsibility of private owners. In other words, the State is devolving its obligatory public duty in Guanabara Bay to keep the public's waterfront property safe, clean, and useful. From the perspective of the citizenry of Rio de Janeiro, the surpassing of its noble original concrete *Cristo Redentor* (1931), in April 2022 by Rio Grande do Sul's new *Cristo Protetor*, seems ominous. Only Rio de Janeiro's amazing granite geomorphology (incidental steep-sided rocky domes) sets *Cristo Redentor* apart from other similarly religious commemorative outdoor anthropogenic statues [5].

## 2. Huge Sauropods and miniscule plastic pieces

Significantly and previously, all three authors have recounted several reasonably available macro-engineering techniques and macroprojects that were meant to markedly improve the living conditions of the people of Rio de Janeiro as well as to conserve and, it was hoped, expand the geographical extent of the remaining mangroves situated in Guanabara Bay's uppermost tidal area [6]. Further to these intentions, the 'Guanozilla' metaphor cum "Guanazilla" reality was partly modeled after an inspiring 'Frankensoil' Hollywood-style commercial horror film. The purpose of that message was to popularize a geoscience discipline that is referred to as *pedology* (a branch of soil science that studies the formation, characteristics, and distribution of soils) [7] which reveals how difficult it is for people to change their daily behaviors from negative-result outcomes to positive results that improve the national territory.

Half of the surveyed worldwide feature-film fanbase for the Japanese "Godzilla" (premiered on 3 November 1954) apprehend the monstrous grey-green scaly skin reptile as the villainous embodiment of evil. The other half think its corporeal appearance is a mutated, scarred, and

disfigured creature that was unsympathetically mauled by unwise ever-increasing atomic-powered geophysical depredations wielded by the elites. The film's fictional phantasmagorical monster is finally dissolved in Tokyo Bay by a ludicrous invention called a seawater Oxygen Destroyer (**Figure 2**), which is a <1 m-long glass-enclosure shaped like a turd. Subsequent to its use, all Tokyo Bay becomes devoid of life. **Figure 2** (top) illustrates the fictional Godzilla floundering in bubbling seawater as the weapon painfully dissolves its flesh. Imaged below is the purported blueprint of the super-weapon employed by Japanese Self-Defense Forces to rid the nation of this city-stomping, perniciously pesky beast. The deadly "Oxygen Destroyer" was invented by the reclusive, yet in the movie's finale, the nobly suicidal "Dr. Serizawa Daisuke".



**Figure 2.** Fanciful Godzilla killer weapon of mass destruction. (Image courtesy of *Quora* at Google Images.)

With Tokyo Bay an anthropogenic oceanic graveyard, will it ever recover its oceanographical

fertility and aesthetic acceptability? "Godzilla" (1954) leaves that mind-boggling conundrum unresolved, the single most vital question not even posed by its otherwise wondering actors and actresses [8]. "Turd" may seem vulgar, but even today, especially at numerous places where raw sewage streams off the landscape, all too many of those fragrant and disgusting capsule-like putrefying objects are visibly afloat in Rio de Janeiro's allegedly beloved Guanabara Bay! Considering that Cretaceous dinosaurs fed on ancient shoreline mangroves [9], that survival stratagem for enrapturing Guanabara Bay-emerging 'Guanazilla' does not arise to real-world intellectual impact.

But, what of discarded plastic particles in all their varied compositions, physical forms and state of chemical (de)composition that have entered Guanabara Bay? Brazilians have long displayed *ufanismo*, their righteous pride in the abundance of landscape and natural resources. Yet, until recent years they have markedly ignored the nation's coastal marine environment mainly because ocean literacy in Brazil's public-school curricula is weakly presented [10-11]. For instance, many Brazilians are aware of the once attractive beachfront of the small resort town of Atafona, located north of Rio de Janeiro, that has almost been erased from the shore due to the lack of natural coastal sand deposition. What is not appreciated is that the dearth of beach sand results from upstream agricultural practices, mining, and other human activities along the Paraíba do Sul which has reduced fluvial outflow of freshwater and potential granular beach sediment deposition. Additionally, some futurists are concerned with sea-level rise at the shoreline of southeastern Brazil, but what really matters at the nation's coastline in terms of national societal geophysical impact is relative sea-level rise [12]. The 2016 Olympic Games held in Rio de Janeiro [13] raised public hope for a restoration of the bay with amplified public and private monetary

investments in efficient sanitation systems. Those hopes, however, faded quickly [see #6]. Many metric tons of raw sewage, solid-waste (those turds and other equally repellent readily encounterable stuff) and even basic petroleum hydrocarbons continue to enter the bay every day! Horrifically, residents and tourists today eat aquatic foods (the animals, plants and micro-organisms) caught or cropped within the bay!

“Whereas favela inhabitants tend to live nearer city centers, non-favela inhabitants tend to concentrate in peripheries” [14]. Thus, in the example of Rio de Janeiro’s Guanabara Bay, both social groups observe, enjoy, and interact with its marine shoreline. They appreciate its singular liminal threshold, the bay’s cliffed and sandy beach littoral, as well as transitions from freshwater-brine-seawater aquatic ecotones to mangrove swamps as occur in a minimally preserved mangrove parkland APA de Guapimirim (“APA” means Environmental Protection Area). On 18 January 2000, REDUC’s Petrobras-II pipeline leaked  $\sim 1,292 \text{ m}^3$  of MF-380 fuel oil into Guanabara Bay which formed a slick that covered  $>50 \text{ km}^2$ . The drifting slick came very close to fatally impacting the bay’s mangroves [15]. Unfortunately, natural tidal flushing and photo-dissolution [16] accompanied by some manual and technical clean-up of the bay only modestly reduced adverse biological impacts of the oil spill. In previous *CALIBRE* expositions, the authors have noted that sewage, insufficiently treated discharge from the city (including industrial and residential district wastes) and discharge from bordering commercial agricultural farms, poses a well-known public health hazard. This kind of environmental degradation has visible macroscopic impacts on wildlife and invisible microscopic deleterious effects on aquatic bacteria! Since about 1950, myriad types of plastic debris has complicated the macro-problem of achieving water cleanliness in Guanabara Bay. More

recently in 2020, harmful chemicals were added to the stewpot in Guanabara Bay [17], including uncountable numbers of Covid-19 facemasks [18].

The pervasive contamination of Rio de Janeiro’s landscape and aquatic environments with a plethora of plastic waste has brought attention to the landlubber citizenry’s increasing their awareness of this stable and nondegradable anthropogenic material. Associated with plastic pollution are marine microplastics that were first generally recognized in the 1980s [19-20]. Because of their vast areal spread and large volumes, many types of plastic polymers are so nondegradable (persistent in the environment) that these waste products have been proposed to become an official Geological Time stratum indicator [21]. Because particulate pollution is so obvious, it is unnecessary to alert bay-care authorities to the macro-problem of plastic waste visually disfiguring Guanabara Bay. On the other hand, and unfortunately, international tourism only has a myopic perception of Rio de Janeiro’s negative externalities, even though there is holistic degradation of the bay environment. Closer observation, however, shows that mangled Marine Anthropogenic Litter (MAL - as in malodorous, malady, malpractice and malignant) mainly consists of persistent solid materials that have been improperly discarded (“trashed”) by State-delegated agencies. Plastic refuse is thus noticeably widespread in and about Guanabara Bay. Because these materials tend not to chemically dissolve, they tend to breakdown by attrition into ever smaller fragments, similar to minerals in the rock cycle via energy transfer that is often simply described as weathering, of which there are many distinct biophysical and chemical phases. Knowledgeable observers appreciate the importance of complexities of this natural erosive and communitive process perhaps more than the impact of Darcy’s Law (1856) on groundwater flow reveals that the gravitational force is  $\sim 300$  times greater at the Equator in the

Amazon River Basin (about  $34 \text{ N/m}^3$ ) than elsewhere ( $\sim 10^4 \text{ N/m}^3$ ) on Brazil's landscape! Floating plastics are now an integral part of the Amazon River's freshwater plume [22] that reaches out into the Southern Atlantic Ocean. It is a well appreciated fact that smaller fragments are much more difficult to remediate in mitigation efforts which, on that account, eventually become financially burdensome. The more obvious larger pieces entangle and entrap wildlife while ingestion by living organisms eventually sickens and kills them [23-24].

### 3. A Propositional Futurism: Guanazilla Wisely-Counseled Becomes a Force for Good

APA de Guapimirim, the socially delimited and demarcated legal conservation unit, is compatible with the semi-preservation of Rio de Janeiro's other biological and geological heritage sites such the Pão de Açúcar, Urca Hills, Dois Irmãos and Pedra da Gávea [25]. Even after a loss of 50% of area during the past 50 years, mangrove forests currently cover 14-15 million hectares worldwide. Whilst scientists decry that loss, there is an obvious geomorphological and biological need to retain Guanabara Bay's mangrove footprint. So far, the need to preserve mangrove stands has not convinced the Public-Government metaphorical hybrid 'Guanozilla' to alter its destructive actions into more positive forms of Nature-Human interaction! Can it thus be hoped that the 21<sup>st</sup> Century mentation of a "Guanazilla" becomes more manageable as it peacefully undergoes some kinds of social behavioral improvements that are self-induced?

In chaos theory, the concept of the so-called "Butterfly Effect" revealed in 1963 by Edward Norton Lorenz (1917-2008) [26] and dramatized on 29 December 1972 with his oral statement: "...a butterfly flapping its wings in Brazil" consequently causes "...a tornado in Texas" inspired the authors to

cogitate deeply. Lorenz' point was that the phenomenon of a minute localized change in a complex system can have large effects elsewhere. In the 1950s, IBM employees were encouraged to think out of the box and become innovative and creative forces. Such was the case with the fanciful film "Mothra vs Godzilla", which premiered in Japan on 29 April 1964. Therein, a Japanese insect god is summoned to save Japan from the ravaging very big bad-boy, Godzilla. However, there is no necessity for citizens of Rio de Janeiro, whether lodged in favelas or luxurious abodes, and their elected and bureaucratic elites, to become a different collective creature psychologically! Because of macro-engineering education, causing anxiety alleviation, the increasingly deliberately reformed mentation of a "Guanazilla" will become capable of kindly tweaking local *terra firma*, namely by expanding wetlands of the vital mangrove forest of northeastern Guanabara Bay.

Propositional macro-engineering is a cognitive variant of "dreamwork" that occurs both at nighttime and during daylight. Such pondering may encourage forward-looking goodwilled people to work with Nature by protecting environments in which they live. Utopia is the obligatory twin of dystopia because it represents inspiration which is the only way to a less painful new normality. The degradation of Guanabara Bay coastal marine ecosystems, however, appears to exceed the intentions of Rio de Janeiro State politicians for macro-problem-solving. Their lack of concern and realization of the extent and magnitude of ecosystem collapse militates against successful and meaningful restoration via bay cleanup efforts. Because human suffering cannot be eliminated, macro-engineers can only attempt to provoke a political debate by increasing public awareness and referencing possibilities for remediating degraded ecosystems such as occur in Guanabara Bay.

The option presented here is to generate a newly perceived world where ecosystems are allowed to develop, unfettered by adverse human interventions, in their own natural ways that are fresh and faithful. The old *Umwelten* based on the metaphorical “Guanazilla” environmental monstrosity of Guanabara Bay can be reimagined in terms of an antithetic ‘Guanozilla’ that is more manageable and based on elevated morality that allows movement towards bay cleanup that results in sustainable coastal marine ecosystems. To paraphrase a famous NASA manager in the USA: “Aphantasia is not an option”! In order to avoid environmental disaster and achieve the goal of revitalized aquatic ecosystems, Rio de Janeiro’s populace must eschew selfish minority elitists in knowledge-based social institutions. City planners, for example, too often fail to explicitly define so-called “Green Infrastructure” [27]. The well-intentioned and amiable authors now demount their soapbox.

#### **4. Mangrove restoration and enlargement has ecological and economic benefits for Rio de Janeiro**

Currently, Rio de Janeiro secures shoreline beneficiation from mangrove stands that protect Guanabara Bay. Because this natural coastal protection requires no tax-supported maintenance [28], it should be clear that preservation and protection of mangroves provides beneficial assets to the magnificent Guanabara Bay shore! These mangrove stands face a polluted upper-bay zone where the seabed composition is mainly sand that is intermixed with some river silt and clay. Many decades of dredging were mostly confined to the estuary’s seaward or lower-bay zone where there are ship approach-ways, moorings and berthing areas for the seaport and international airport. As a consequence of dredge and dump, an enormous spoil pile has built up on the seafloor immediately

seaward of the entrance to Guanabara Bay. This shoal area composed of dredged bay-sediment contains contaminants that should not ever be returned to the bay by artificial re-introduction, natural tidal action and seawater current flow. Extension of tidal flats that can support the growth of mangroves, as imagined by coastal macro-engineers, requires identification of appropriate sediment sources that can be placed in a manner that increases the areal footprint of mangrove stands. For such a venture, new sources of appropriately graded sediments (composed of admixtures of sand, silt, and clay) are required for the proposed restoration megaproject. (The proposed Guanabara Bay *Organum Hydraulicum* chiefly devised by Dr. Nilo Serpa might be adaptable to useful sand displacement mega-projects.)

As occurs in the development of similar mangrove restoration projects elsewhere, appropriate sediment sources must be located. Two obvious possibilities that are relevant considerations include: (1) ore-sand as pioneered in Brazil by Vale S.A. and Vale International S.A. and (2) glass cullet (recycled glass) as pioneered by Dr. Charles W. Finkl and his co-workers [29]. Ore-sand is an industrial concept where “no tailings mines” result [30]. Interestingly, laboratory researchers have discovered that nanoplastics can be 99.9% removed from potable water by using simple sand filtration [31]. Additionally, “Kiln-Boats” can be deployed to collect marine plastics that occur in the water column. This possibility is worth consideration because of the opportunity to clean up Guanabara Bay while at the same time increasing employment for fisher-folk [32]. Related to these local suggestions for Guanabara Bay, on a broader scale the UN Decade on Ecosystem Restoration (2021-2030) has prioritized worldwide mangrove regrowth and expansion macro-projects. The landward shorelines of Guanabara Bay provide ideal environmental support for mangrove forests that are

composed of shrub and tree species that tolerate ambient hot, muddy and salty environmental conditions. Because mangrove forests are comprised by a tangle of intertidal plant roots and branches, they provide a biophysical barrier that is not easily permeable to ocean storm surges and wind storms. These mangrove belts are structurally diverse ecosystems that sustain high biodiversity as well as rich seafood supplies. The ecological and environmental value of mangroves accrues from their function as nurseries for seafood species, as well as birds and other wildlife. Amazingly, the Amazon River Basin rainforest stores only 25% of the aerial carbon dioxide gas per equal area unit as mangroves [33]!

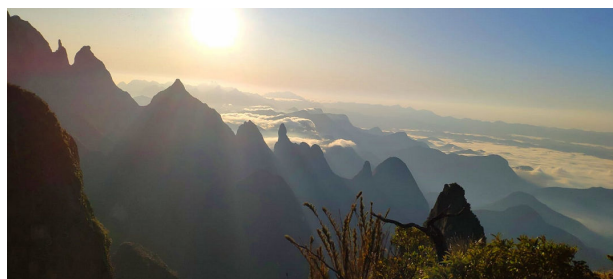
A final possibility for mangrove protection might be concepts that feature moored cast concrete hull barges that can provide shallow-water protection by blockading violent wave action and accidental oil slicks [34]. Upper-Guanabara Bay moored barges could comfortably accommodate personnel and provide on-site safety in standard steel shipping containers decorously modified specifically for that purpose. Shipping containers for homes have a documented long history of availability and are well-tested for that purpose, as reported for instance by the IBA Dock in Hamburg (Germany) on the Elbe River Estuary between HafenCity and Hamburg, inhabited since AD 2009 ([www.iba-hamburg.de](http://www.iba-hamburg.de)).

### 5. Guanabara Bay: From the *Portais de Hércules*, an appeal for virtue and conscience

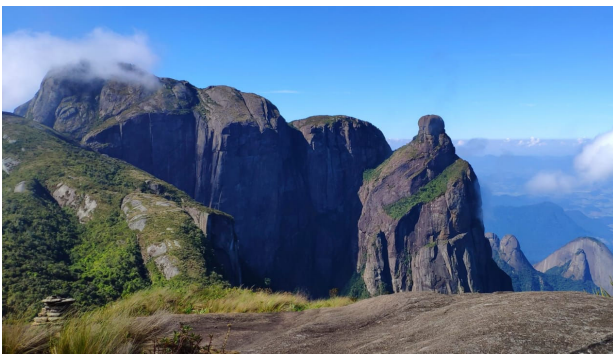
Guanabara Bay, together with its Proterozoic molding known as "Serra dos Orgãos", constitutes not only a geographical-geomorphological configuration of rare beauty, but also an ecosystem of incredible biodiversity. The eroded granite relief of Serra dos Orgãos, nicely exemplified from the "Portais de Hércules" (Figures 3, 4 e 5) — an

integrant part of a larger mountain system called "Serra do Mar" —, shelters the springs of most of the rivers that flow into Guanabara Bay. However, the crystalline waters that descend the mountain range are transformed into black ditches when they receive untreated sewage from the Baixada Fluminense, the plains that surrounds Guanabara Bay.

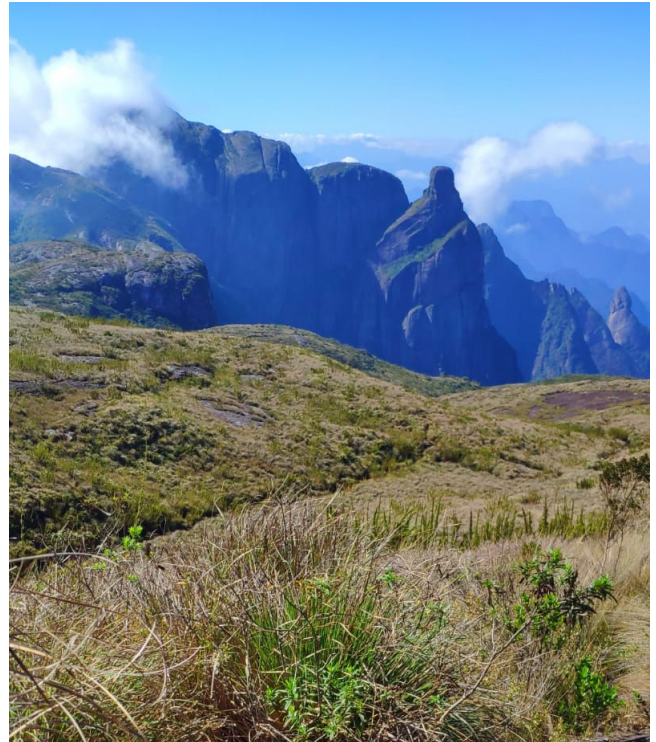
In fact, it is in the dark waters (if the lead-colored liquid impregnated with garbage can be called "water") of the Canal do Cunha and the surroundings of the Tom Jobim International Airport that we see the birthplace of the monstrous Guanazilla. In the short and medium terms, the emergence of an honest and enlightened political will capable of reversing this terrible situation seems unlikely. We don't need to delve too far into the past to realize that villainy and ignorance dominate the history of our predatory species. Guanazilla is an obvious evidence of this disastrous combination. The *Organum Hydraulicum* associated with the complementary measures pointed out in our previous works, as well as the protective measures for mangroves, would need the support of an education more grounded in the discoveries of modern cognitive neuroscience, for which the old division of the brain into rational and emotional regions is no longer valid. Only in this way, we believe, would it be possible to build a human profile more connected to the essence of life and to transform villainy and ignorance into virtue and conscience.



**Figure 3.** View of the "Serra dos Orgãos" taken from the famous "Portal de Hércules" (image courtesy of Mariana Araújo, 2022).



**Figure 4.** Two views also taken from the famous "Portal de Hércules", the second with an emphasis on the "Pedra do Garrafão" (image courtesy of Mariana Araújo, 2022).



**Figure 5.** Another view of the "Pedra do Garrafão" (image courtesy of Mariana Araújo, 2022).

Lastly, the main problem with what remains of the primitive mangroves is the accumulation of garbage, mainly plastics, and, associated with this, the absence of an effective urban collect system that covers the potentially bathing shores of Guanabara Bay (garbage includes mattresses, latrines, cans, car parts, and every kind of debris one can think of!). Isolated initiatives by groups of fishermen help, but do not account for the growing volume of waste. A broad social program would be needed, involving private companies and educational institutions, as well as government agencies that define serious environmental policies. Unfortunately, we are a long way from that. In the civilization of disinterest, Guanazilla is massively fed every day.

## 6. Conclusion

Guanabara Bay, a valuable ecological resource for Rio de Janeiro, is threatened by multifaceted pollution and environmental degradation that is derived from improper disposal of municipal and suburban waste products. Because of its present rate

of degradation and the enormous threat to viable environments, the metaphor of a Godzilla-like monster was appropriated to Guanabara Bay as a potentially monstrous Guanazilla. Present rates of pollution will no doubt result in a shameful Guanazilla of unmitigated proportions that will be a disgrace for this fatedly amazing part of Brazil. The suggestion of remediation and rejuvenation of the metaphoric monster Guanazilla bay into a revitalized and more manageable monster Guanazilla bay was proposed as a mentated entity that can be salvaged to advantage. The transition from a monstrous Guanazilla bay to a remediated and manageable Guanazilla bay hinges on the possibilities of mangrove protection and restoration as well as cleanup of pollutants in the tidal seawater column. The question is thus posited whether the fictitious and threateningly uncontrollable Guanazilla bay (a take-off from the fanciful monster movie-star Godzilla) will be transformed into a manageable cleanup Guanazilla bay that has potential for serving the needs of Rio de Janeiro state and city as a beautification and asset to the area. So much depends on the success or failure of Rio de Janeiro's currently enlarging civic epistemology [35] which can give credit to the agency of ordinary as well as elitist citizens in responding to the 21<sup>st</sup> Century's advancements of science and technology.

## References

- [1] Lu, S.X. (March 2022) "A Great Convergence: The American Frontier and the origins of Japanese migration to Brazil" *Journal of Global History* 17: 109-127.
- [2] Redford, K. and Adams, W. (2021) *Strange Natures: Conservation in the Era of Synthetic Biology*. (New Haven, CT: Yale University Press) 296 pages.
- [3] Triner, G.D. (2021) "The New Political Economy of Petroleum in Brazil: Back to the Future?", pages 243-271 *IN* Kiddle, A. (Ed.) *Energy in the Americas: Critical Reflections on Energy and History*. (Calgary, Canada: University of Calgary Press).
- [4] Peloggia, A.U.G. (2018) "New Awful Changes: The human geological stratum rediscovered, allowing Art to talk about the Anthropocene" *Revista do Institu Geologico* 19: 189-215.
- [5] Castro, N.F. et al. (March 2021) "A heritage stone of Rio de Janeiro (Brazil): the Facoidal gneiss" *IUGS EPISODES* 44: 59-74.
- [6] SEE: *CALIBRE: Revista Brasileira de Engenharia e Física Aplicada* Vol. 5 No. 1 (Fevereiro 2020) and Vol. 6 Suplemento (Fevereiro 2021).
- [7] Amundson, R. (2022) "Kiss the ground (and make a wish): soil science and Hollywood" *Biogeochemistry* 157: 127-130.
- [8] SEE: Rhoads, S. and McCorkle, B. (2018) *Japan's Green Monsters: Environmental Commentary in Kaiju Cinema*. (Jefferson, NC: McFarland & Company Inc. Publishers) 218 pages.
- [9] Smith, J.B. (2001) "A giant sauropod dinosaur from an Upper Cretaceous mangrove deposit in Egypt" *Science* 292: 1704-1706.
- [10] Pazoto, C.E. et al. (March 2022) "Ocean literacy in Brazilian school curricula: An opportunity to improve coastal management and address coastal risks?" *Ocean & Coastal Management* 219: 106047.
- [11] Vieira, F.A.S. et al. (2021) "Social media data reveal multiple cultural services along the 8,500 kilometers of Brazilian coastline" *Ocean and Coastal Management* 214: 105918.
- [12] Vasquez, W.F. et al. (1 March 2022) "Preferences for sea level rise adaptation: A

- contingent valuation study in Rio de Janeiro State” *Ocean & Coastal Management* 218: 106020.
- [13] Baroghi, F., Ribeiro, P. and Lourenco, J.M. (March 2022) “Experts’ Opinions about the Sustainability Impact Intensity of the Olympics in Rio de Janeiro” *ASCE Journal of Urban Planning and Development* 147: 1-11.
- [14] Carvalho, C. and Cabral, D.C. (2021) “Beyond Favelas: An Analysis of Intraurban Poverty Patterns in Brazil” *The Professional Geographer* 73: 269-281.
- [15] Eichler, P.P.B. et al. (2014) “Evaluation of Environmental and Ecological Effects Due to the Accident in an Oil Pipeline from Petrobras in Guanabara Bay, RJ, Brazil” *Open Journal of Marine Science* 4: 298-315.
- [16] Freeman, D.H. and Ward, C.P. (16 February 2022) “Sunlight-driven dissolution is a major fate of oil at sea” *Science Advances* 8: eabl7605.
- [17] Gross, E.M. (2022) “Aquatic chemical ecology meets ecotoxicology” *Aquatic Ecology* 56: 493-511.
- [18] Chen, X. et al. (2021) “Used disposable face masks are significant sources of microplastics to environment” *Environmental Pollution* 285: 117485. SEE also: Aronsson, A. and Holm, F. (2022) “Multispecies entanglements in the virosphere: Rethinking the Anthropocene in light of the 2019 coronavirus outbreak” *The Anthropocene Review* 9: 24-36.
- [19] Halden, R.U. et al. (2021) “Time: A Key Driver of Uncertainty When Assessing the Risk of Environmental Plastics to Human Health” *Environmental Science & Technology* 55: 12766-12769.
- [20] Halle, A. and Ghiglione, J.F. (2021) “Nanoplastics: A Complex, Polluting Terra Incognita” *Environmental Science & Technology* 55: 14466-14469.
- [21] Weber, C.J. and Lechthaler, S. (December 2021) “Plastics as a stratigraphic marker in fluvial deposits” *Anthropocene* 36: 100314. SEE also: Buks, F. and Kaupenjohann, M. (2022) “What comes after the Sun? On the integration of soil biogeochemical pre-weathering into microplastic experiments” *Soil* 8: 373-380.
- [22] Queiroz, A.F. et al. (2022) “First assessment of microplastic and artificial microfiber contamination in surface waters of the Amazon Continental Shelf” *Science of the Total Environment* 839: 156259.
- [23] Stanton, T. et al. (2022) “Planet Patrolling: A citizen science brand audit of anthropogenic litter in the context of national legislation and international policy” *Journal of Hazardous Materials* 436: 129118.
- [24] Luo, Y. et al. (2022) “Reducing Plastic Waste by Visualizing Marine Consequences” *Environment and Behavior* 54: 809-832.
- [25] Kuhn, C.E.S. et al. (2022) “Public Policies for Geodiversity in Brazil” *Geoheritage* 14: 74.
- [26] Miyoshi, T. and Sun, Q. (2022) “Control simulation experiment with Lorenz’s butterfly attractor” *Nonlinear Processes in Geophysics* 29: 133-139.
- [27] Grabowski, Z.J. et al. (2022) “What is green infrastructure? A study of definitions in U.S. city planning” *Frontiers in Ecology and the Environment* 20: 152-160.
- [28] Mazor, T. et al. (2021) “Large conservation opportunities exist in >90% of tropic-subtropic coastal habitats adjacent to cities” *One Earth* 4: 1004-1015.
- [29] Golev, A. et al. (March 2022) “Ore-sand: A potential new solution to the mine tailings and global

sand sustainability crisis: FINAL REPORT” *The University of Queensland & Universite de Geneva*. 167 pages.

[30] Makowski, C., Finkl, C.W. and Rusenko K. (July 2013) “Suitability of Recycled Glass Cullet as Artificial Dune Fill along Coastal Environments” *Journal of Coastal Research* 29: 772-782.

[31] Pulido-Reyes, G. et al. (2022) “Nanoplastics removal during drinking water treatment: Laboratory- and pilot-scale experiments and modeling” *Journal of Hazardous Materials* 436: 129011.

[32] Liu, S-F. et al. (2022) “Using Kiln Boats to Reuse Marine Plastics” *Journal of Marine Science and Engineering* 10: 465.

[33] Su, J. et al. (19 August 2021) “A meta-analysis of the ecological and economic outcomes of mangrove restoration” *Nature Communications* 12: 1-13.

[34] Raju, R.D. and Arockiasamy, M. (2022) “Coastal Protection Using Integration of Mangroves with Floating Barges: An Innovative Concept” *Journal of Marine Science and Engineering* 10: 612.

[35] Jasanff, Sheila (2005) *Designs on Nature: Science and Democracy in Europe and the United States*. (New Jersey, USA: Princeton University Press) page 250.