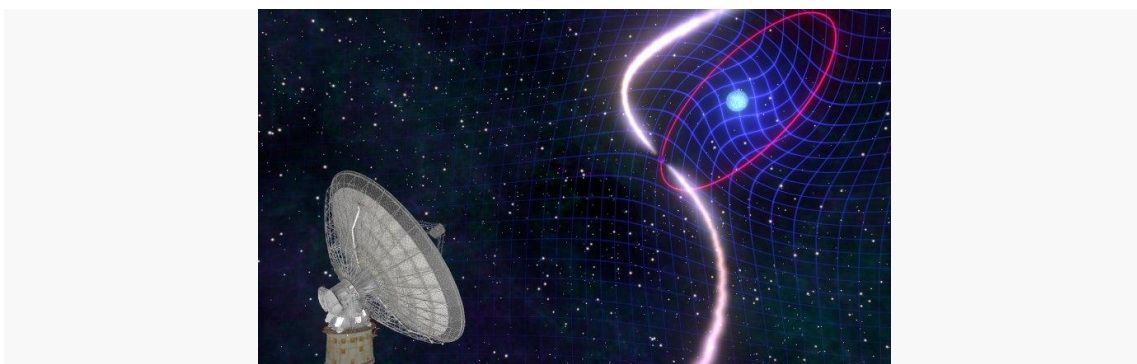




Inovações Tecnológicas – Maio 2021

São apresentadas as informações sobre: Menos Newton e mais Einstein pode dispensar matéria escura; Processador de luz neuromorfo faz cálculos mil vezes mais rápido; Ondas de som são paradas, revertidas e até armazenadas para uso posterior; Cérebro em um chip faz inteligência artificial sem treinamento. Vejam como a tecnologia está evoluindo de forma surpreendente.

1 - Menos Newton e mais Einstein pode dispensar matéria escura



O novo modelo utiliza o fenômeno do [arrasto relativístico previsto por Einstein](#), em substituição aos efeitos meramente newtonianos.

[Imagem: Mark Myers/OzGrav ARC Centre of Excellence]

1.1 - Passar de Newton para Einstein

Poucas hipóteses científicas têm resistido a tantos reveses quanto a [matéria escura](#).

Sem [sinais observacionais dessa matéria enigmática](#), têm surgido alternativas que vão da [gravidade modificada, ou MOND](#), aos [áxions](#) e [WIMPS](#) e até uma [matéria com massa negativa](#) ou uma elusiva [quinta dimensão](#).

O professor Gerson Otto Ludwig, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), acredita que a solução pode ser ainda mais simples.

Segundo ele, as análises atuais da rotação galáctica são baseadas em uma estrutura de cálculos newtonianos da gravidade.

Mas, se essa estrutura for substituída por um modelo baseado na Relatividade Geral de Einstein, os efeitos hoje atribuídos à matéria escura podem ser explicados pelos efeitos do gravitomagnetismo.

1.2 - Arrasto de referenciais

O principal papel da matéria escura, explica Gerson, tem sido resolver a disparidade entre as observações astrofísicas e as teorias da gravidade.

Simplificando, se a matéria bariônica - a forma de matéria da qual somos feitos e vemos ao nosso redor todos os dias, composta de prótons, nêutrons e elétrons - for a única forma de matéria que existe, então não deveria haver força gravitacional suficiente para evitar que as galáxias se esfaquem. Foi aí que nasceu a ideia da matéria escura, para suprir essa gravidade que falta.

Mas o professor Gerson afirma que esses modelos deixam de lado modificações significativas nas curvas rotacionais - as velocidades orbitais das estrelas visíveis e gases plotadas contra sua distância radial do centro de sua galáxia - por desconsiderar as correções relativísticas gerais à gravidade newtoniana decorrentes das correntes de massa, além de negligenciar essas correntes de massa.

Isso se deve a um efeito na Relatividade Geral - não presente na teoria da gravidade de Newton - chamado arrasto de referenciais, ou [efeito Lense Thirring](#). Este efeito surge quando um objeto rotativo massivo, como uma estrela ou um buraco negro, "arrasta" a própria estrutura do espaço-tempo junto com ele, por sua vez dando origem a um campo gravitomagnético.

1.3 - Campos gravitomagnéticos

Para corrigir essa deficiência das análises, o professor Gerson criou um novo modelo para as curvas rotacionais das galáxias que está de acordo com pesquisas anteriores envolvendo a Relatividade Geral.

O modelo demonstra que, mesmo que os efeitos dos campos gravitomagnéticos sejam fracos, incluí-los nos modelos alivia a diferença entre as teorias da gravidade e as curvas rotacionais observadas, virtualmente eliminando a necessidade da matéria escura.

A teoria ainda precisa de algum desenvolvimento antes de ser amplamente aceita, e o próprio professor Gerson reconhece que a evolução temporal das galáxias modeladas com esta estrutura é um problema complexo, que exigirá uma análise muito mais profunda.

Para começar esse esforço, ele sugere que todos os cálculos realizados com modelos de disco galáctico delgado realizados até agora sejam recalculados, e o próprio conceito de matéria escura, questionado.

Bibliografia:

Artigo: *Galactic rotation curve and dark matter according to gravitomagnetism*

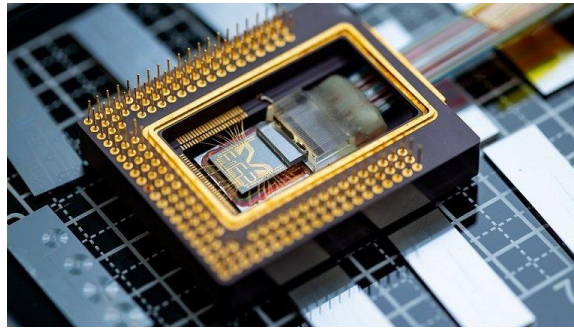
Autores: Gerson Otto Ludwig

Revista: The European Physical Journal C volume

Vol.: 81, Article number: 186

DOI: 10.1140/epjc/s10052-021-08967-

2 - Processador de luz neuromórfico faz cálculos 1.000 vezes mais rápido



Já houve [demonstrações mais rápidas do processamento com luz](#), mas aqui é um chip totalmente integrado.

[Imagem: CityU] dSilTecnológica

2.1- Processador neuromórfico de luz

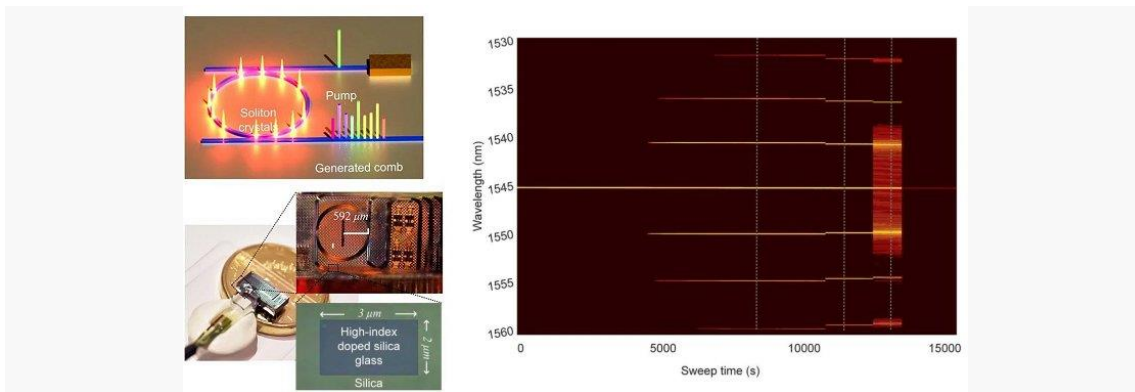
Pesquisadores da Universidade Cidade de Hong Kong afirmam ter construído nada menos do que o "processador neuromórfico óptico mais rápido do mundo".

Ser "óptico" significa que o processador funciona com luz, e não com eletricidade; ser "[neuromórfico](#)" significa que sua lógica imita o funcionamento do cérebro humano; e ser o mais rápido do mundo é algo sempre bem-vindo.

O chip, projetado para rodar algoritmos de [inteligência artificial](#), supera a marca de 10 trilhões de operações por segundo, o que é 1.000 vezes mais rápido do que o detentor do recorde de velocidade anterior.

Embora processadores eletrônicos de última geração possam operar em velocidades ainda mais altas, são necessários dezenas de milhares de processadores paralelos - aqui, foi usado um único processador óptico.

Ao ser testado no reconhecimento digital de textos escritos à mão - uma marca de referência comum em IA - ele atingiu uma precisão de quase 90%.



Os micropentes de frequência substituem inúmeras linhas de luz por um dispositivo único.

[Imagem: Xingyuan Xu et al. - 10.1038/s41586-020-03063-0]

2.2 - Micropentes de frequência

O segredo do avanço está em uma nova arquitetura de [pentes de frequência](#), ou micropentes, estruturas em microescala que guiam e distribuem a luz para a realização das computações.

O micropente funciona como um arco-íris, substituindo dezenas de fontes de laser paralelas por diferentes comprimentos de onda. Os micropentes são essenciais no processamento óptico de informações porque são mais rápidos e menores do que qualquer outra fonte de luz, além de não apresentarem o problema dos gargalos vistos na tecnologia eletrônica.

A operação nessa velocidade sem precedentes foi possível justamente pela capacidade desse micropente em intercalar simultaneamente os dados no tempo, no comprimento de onda e nas dimensões espaciais. O processador permitiu a comparação rápida de imagens em escala ultra-grande (250.000 píxeis), fazendo o reconhecimento de imagens de caracteres manuscritos com uma precisão de 88%.

"O processamento óptico tem a vantagem de superar o gargalo eletrônico, o que acabará por limitar a capacidade e a velocidade dos processadores eletrônicos atuais. Isso é especialmente importante para aplicações que requerem uma grande quantidade de operações matemáticas complexas, como no processamento de imagens por inteligência artificial usando muitas camadas de neurônios artificiais interconectados.

"O chip micropente que desenvolvemos tem fatores de perda extremamente baixa e de qualidade muito alta. Ele tem linhas de frequência altamente uniformes e coerentes na saída. O estudo concluiu que o micropente pode ser um sistema óptico de processamento de rede neural muito eficiente," disse o professor Sai Chu.

Bibliografia:

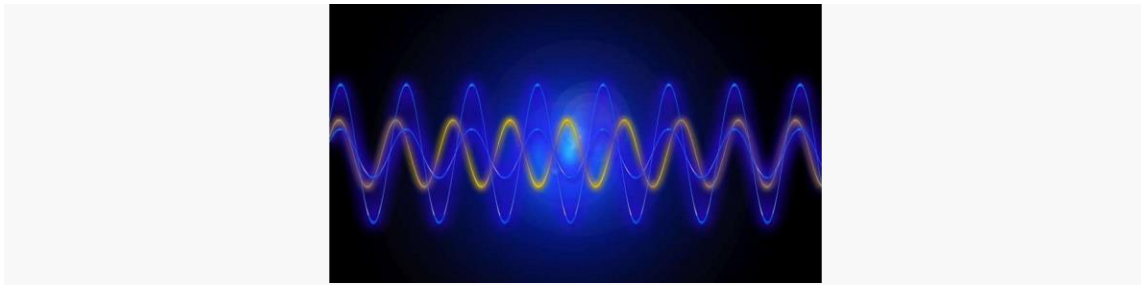
Artigo: *11 TOPS photonic convolutional accelerator for optical neural networks*

Autores: Xingyuan Xu, Mengxi Tan, Bill Corcoran, Jiayang Wu, Andreas Boes, Thach G. Nguyen, Sai T. Chu, Brent E. Little, Damien G. Hicks, Roberto Morandotti, Arnan Mitchell, David J. Moss

Revista: Nature

Vol.: 589, pages 44-51

3 - Ondas de som são paradas, revertidas e até armazenadas para uso posterior



Os metamateriais, que ficaram famosos por causa dos [mantos de invisibilidade](#), agora podem processar informações usando som.

[Imagem: CCO Public Domain]

3.1 - Manipulando sons

Embora só recentemente os cientistas tenham [descoberto a velocidade máxima do som](#), as ondas sonoras têm sido exploradas para [levitar materiais](#), [otimizar a impressão 3D](#) e até para fazer [hologramas acústicos](#).

E esta lista de aplicações tecnológicas deverá aumentar muito, graças ao trabalho de Pragalv Karki e Jayson Paulose, da Universidade do Oregon, nos EUA.

A dupla criou um projeto de metamaterial, feito com filmes finos, no qual as ondas de som podem ser paradas, enviadas de marcha-a-ré e até armazenadas para uso futuro.

Eles já construíram um modelo simples, usando molas e pesos para demonstrar que o projeto funciona na prática.

"Têm sido fabricados muitos mecanismos capazes de guiar ou bloquear a transmissão de ondas sonoras através de um metamaterial, mas nosso design é o primeiro a parar e reverter dinamicamente um pulso de som," garante Karki. De fato, [escudos acústicos](#), [camuflagens sônicas para submarinos](#) e vários outros experimentos recentes têm demonstrado como [rebater ondas sonoras exatamente para onde você quer](#).

3.2 - Metamaterial sônico

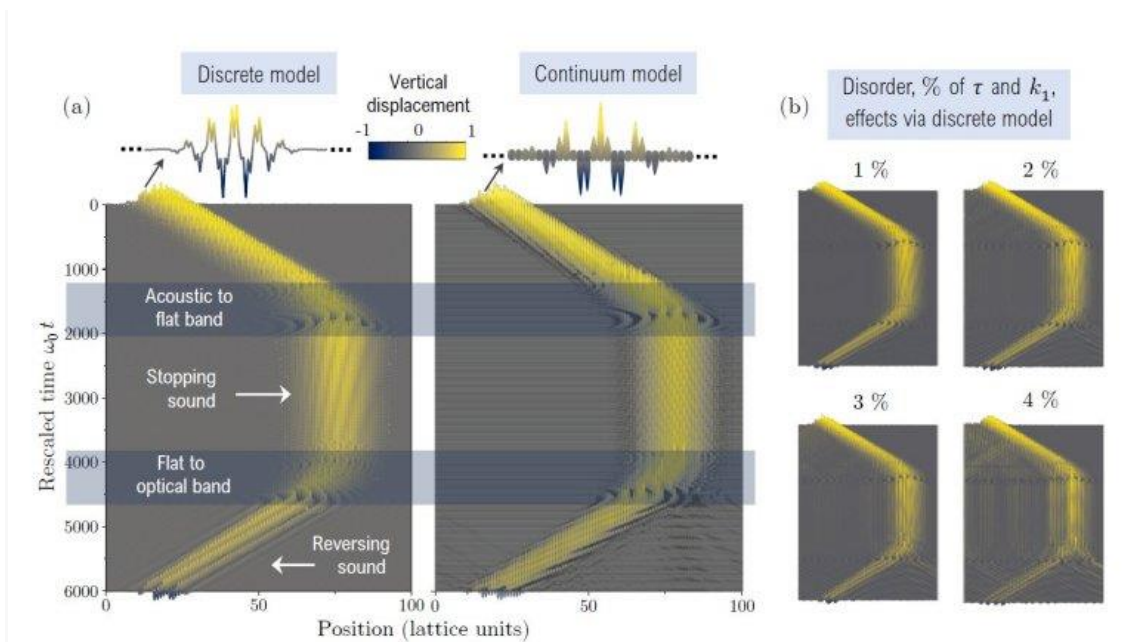
O mecanismo de manipulação das ondas sonoras se fundamenta na interação entre a rigidez à flexão e a tensão global do material, dois parâmetros físicos que governam a transmissão do som em placas finas.

Embora a rigidez à flexão seja uma propriedade intrínseca do material usado na construção, a tensão global é um parâmetro controlável externamente.

"Se você joga uma pedra em um lago, você vê as ondulações," ilustra Karki. "Mas, e se você jogasse a pedra e, em vez de ver as ondulações se propagando para fora, você visse apenas o deslocamento da água subindo e descendo no ponto de impacto? Isso é semelhante ao que acontece em nosso sistema."

E é também similar ao que já está sendo feito há algum tempo com ondas de luz - os metamateriais ganharam espaço ao se demonstrar a possibilidade de que eles apresentem índices de refração negativa, por exemplo.

Mas os metamateriais acústicos até agora tipicamente eram estáticos, apresentando sempre o mesmo comportamento depois de prontos. Isso agora mudou, com o que os pesquisadores chamam de "ajuste dinâmico de dispersão". "No nosso caso, a sintonia vem da capacidade de mudar a tensão das membranas, semelhantes a tambores, em tempo real," disse Karki.



"Nosso projeto poderia ser construído em microescala com grafeno e em grandes escalas usando folhas de membrana semelhantes a tambores."

[Imagem: Karki/Paulose - 10.1103/PhysRevApplied.15.034083]

3.3 - Processamento sônico de informações

Embora o primeiro protótipo ainda seja bastante rudimentar, a equipe afirma que seus cálculos permitirão a construção rápida de versões aprimoradas que poderão ter uma diversidade de usos, incluindo processamento e computação baseados em sinais acústicos.

Uma das ideias envolve fabricar metamateriais acústicos baseados em [grafeno](#), o que poderá viabilizar coisas como computação baseada em ondas, transistores e dispositivos lógicos micromecânicos, guias de ondas e sensores ultrasensíveis.

"Nosso projeto poderia ser construído em microescala com grafeno e em grandes escalas usando folhas de membrana semelhantes a tambores," detalhou Karki. "Você atinge a cadeia de tambores, criando um padrão particular de som que se move em uma direção, mas, ajustando a tensão dos tambores, podemos parar o som e armazená-lo para uso futuro. Ele pode ser revertido ou manipulado em qualquer número de outros padrões."

Bibliografia:

Artigo: *Stopping and Reversing Sound via Dynamic Dispersion Tuning in a Phononic Metamaterial*

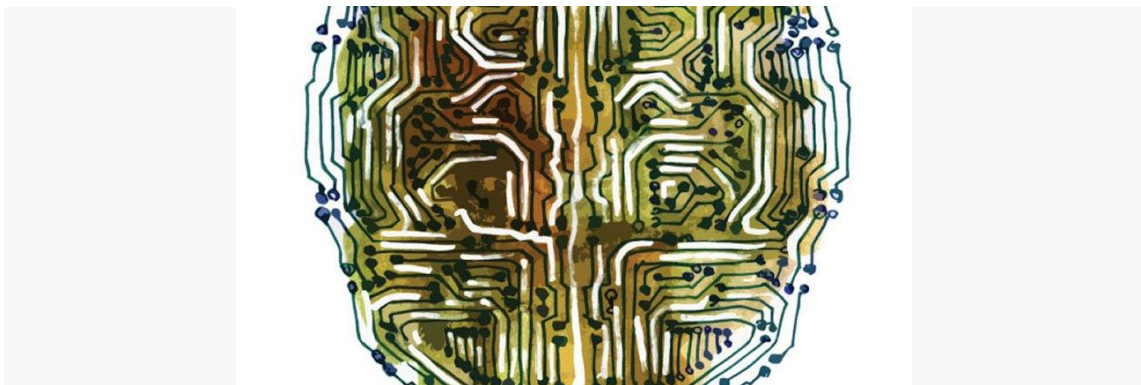
Autores: Pragalv Karki, Jayson Paulose

Revista: Physical Review Applied

Vol.: 15, 034083

DOI: 10.1103/PhysRevApplied.15.034083

4 - Cérebro em um chip faz inteligência artificial sem treinamento



Alguns componentes neuromórficos experimentais já [imitam a memória e o esquecimento do cérebro](#).

[Imagem: KAUST]

4.1 - Inteligência artificial em hardware

Uma [rede neural pulsada](#) inspirada no cérebro e implantada em um microchip permitiu aos pesquisadores estabelecer as bases para o desenvolvimento de sistemas de computação de [inteligência artificial baseados em hardware](#) mais eficientes.

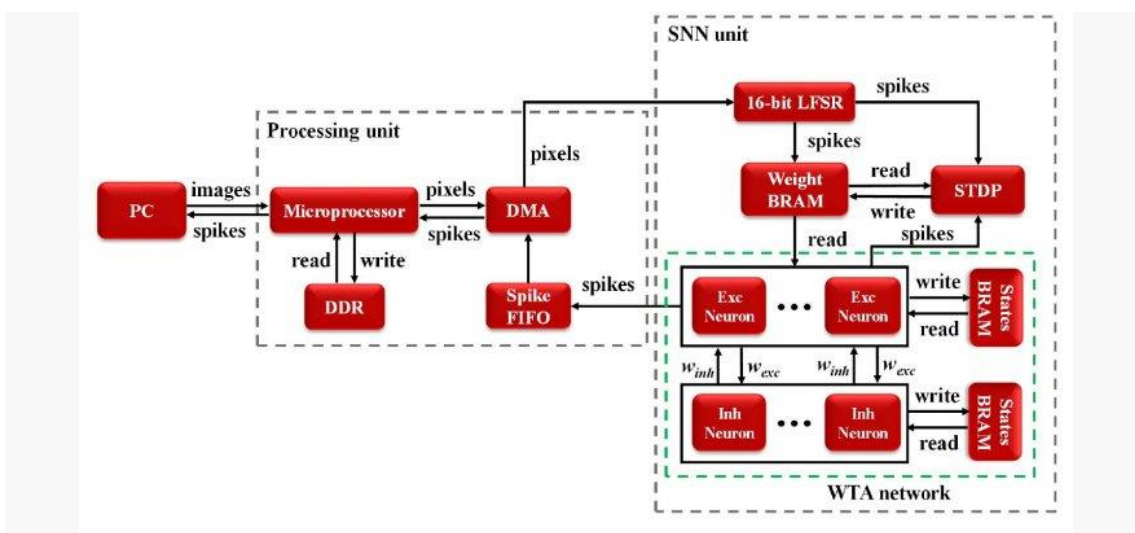
A maior parte da [inteligência artificial](#) hoje é baseada em software, mas hardwares talhados para rodar seus algoritmos podem tornar tudo mais eficiente e mais rápido - pense, por exemplo, nos ganhos obtidos com os processadores gráficos dedicados.

Indo além do exemplo das placas gráficas, porém, a ideia agora é usar [circuitos neuromórficos](#), que processam os dados de forma parecida com o que fazem os neurônios no nosso cérebro.

Só que isso exige uma outra mudança, um avanço em relação às redes neurais artificiais usadas pelos algoritmos de inteligência artificial.

"Uma rede neural artificial é um modelo matemático abstrato que tem pouca semelhança com sistemas nervosos reais e requer um poder de computação intensivo," explica Wenzhe Guo, da Universidade de Ciência e Tecnologia Rei Abdullah, na Arábia Saudita. "Uma rede neural pulsada, por outro lado, é construída e funciona da mesma maneira que o sistema nervoso biológico e pode processar informações de maneira mais rápida e eficiente em termos de energia."

As redes neurais pulsadas emulam a estrutura do sistema nervoso, como uma rede de sinapses que transmitem informações por meio de canais iônicos na forma de potenciais de ação, ou picos. Esse comportamento orientado a eventos, implementado matematicamente como um "[modelo de integração e disparo com vazamento](#)", torna as redes neurais pulsadas muito eficientes, além de permitir um grau de paralelização que não pode ser obtido com a computação convencional.



Esquema da plataforma desenvolvida pela equipe.

[Imagem: Wenzhe Guo et al. - 10.1109/TNNLS.2021.3055421]

4.2 - Cérebro em um chip

O que a equipe fez agora foi colocar toda essa teoria na prática, colocando tudo em um chip real.

"Usamos um microchip FPGA padrão de baixo custo e implementamos um modelo de plasticidade dependente do tempo de disparo, que é uma regra de aprendizagem biológica descoberta em nosso cérebro," descreveu Guo.

O principal ganho confirmado pelo protótipo é que este modelo biológico não precisa de dados prévios, permitindo que o sistema de computação neuromórfico aprenda padrões de dados do mundo real sem treinamento.

O "cérebro em um chip" da equipe provou ser 20 vezes mais rápido e 200 vezes mais eficiente em termos de energia do que as plataformas atuais de rede neural.

"Nosso objetivo final é construir um sistema de computação em hardware semelhante ao cérebro, compacto, rápido e de baixo consumo de energia. A próxima etapa é melhorar o design e otimizar o empacotamento, miniaturizar o chip e personalizá-lo para várias aplicações industriais por meio da colaborações," disse Guo

Bibliografia:

Artigo: *Toward the optimal design and FPGA implementation of spiking neural networks*

Autores: Wenzhe Guo, Hasan Erdem Yantir, Mohammed E. Fouda, Ahmed M. Eltawil, Khaled Nabil Salama

Revista: IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems

DOI: 10.1109/TNNLS.2021.3055421

Rio de janeiro 6 de maio de 2021

Gustavo Benttenmuller Medeiros Pereira
Ex-Presidente da ATQ