Pílula: **A FLORESTA FALA, O ATTO ESCUTA**

MEGHIE: Essa aqui é a segunda pílula da nossa série especial com o DAAD Brasil. Se você não ouviu a primeira, a gente recomenda que você dê uma pausa aqui e procure por "Clima tenso nas alturas". Pode fazer mais sentido com o que você vai ouvir aqui.

SOM DE BUGIOS

PEDRO: Não sei se dá para ter ideia do que foi acordar com esse som, mas eu acordei no pulo. E não porque eu estava assustado, achando que era assombração, até porque já tinham me contado o que era. Mas porque eu tive que pular da rede pra pegar e ligar o gravador e tentar registrar o que estava acontecendo.

PEDRO: E o que estava acontecendo era uma reunião de bugios, um tipo de macaco bem territorialista que faz esse rugido assustador. Talvez não esteja tão assustador assim para você, porque eu só consegui gravar uma segunda onda de rugidos, quando eles estavam já um pouco mais afastados. A primeira, que me acordou, pareceu bem mais próxima, tipo em cima da cabeça mesmo. Detalhe que isso aí era um pouco antes das 5 da manhã. É, bom dia para vocês também, meus amigos primatas.

PEDRO: Não sou de glamourizar perrengue, mas esse eu adorei, confesso. Foi assim o fim da nossa primeira noite dormindo em um alojamento cheio de redes no sítio do ATTO, o Observatório da Torre Alta da Amazônia, no meio da floresta amazônica. Mas o começo da noite foi bem diferente.

MEGHIE: Algumas horas antes do Pedro Belo, o Pedrão, acordar no pulo para gravar a macacada, a gente estava descansando depois de jantar quando uma chuva forte e repentina refrescou o ambiente. Enquanto alguns conversavam na mesa da copa, em frente à televisão, do lado de fora uma mesa composta por funcionários e pesquisadores jogava dominó. Outros já estavam indo dormir.

MEGHIE: Eu e o Pedro Belo ainda estávamos abastecidos da adrenalina da viagem até aqui, seguida pela subida até o patamar de 54 metros da Torre ATTO, que eu, apesar de todas as vertigens, consegui fazer. A gente ainda estava esperando o cansaço bater de vez, para, aí sim, encarar a primeira noite dormindo na rede, em um alojamento com pelo menos mais 10 ou 12 pessoas. Enquanto isso, a gente ficou trocando ideia com o Bruno Takeshi.

BRUNO TAKESHI
Facilmente chega a 120, 140 pessoas por mês aqui. Temos viagens segundas, quartas e sextas. Algumas vezes envolvem mais de oito carros em uma única viagem em um dia desse e mais de três barcos semelhantes ao que vocês viajaram hoje, que tem capacidade de 20 a 22 pessoas. Então, toda semana, o ano inteiro, independente de feriados e finais de semana, a gente vai estar fazendo aqui logística para o projeto.

MEGHIE: O Bruno é gerente operacional do ATTO, e começou a conversar com a gente despretensiosamente sobre a logística que o projeto precisa pra funcionar. Mas ela é tão impressionante que a gente achou melhor gravar.

BRUNO TAKESHI
A gente trabalha aqui em um regime de funcionamento contínuo, né? O nosso sítio de pesquisa tem a geração de energia, os sensores que não param de fazer a captação de dados. Então a gente basicamente aqui opera o ano inteiro. A gente fala aqui, entre a nossa equipe, que a gente opera 363 dias e não são nem dias incompletos, mas pelo menos na noite de Natal e Ano Novo a gente dá uma folga de 12 horas para a equipe.

PEDRO: A gente ficou completamente de cara com uns números que o Bruno trouxe. E não só os números. A operação é coisa de louco também. Só para cobrir custo de manutenção, reparo de caminhonete e logística em si, vai por alto uns 2 milhões e meio de reais por ano. Já de combustível para os geradores de energia no sítio de pesquisa, vai quase 1 milhão e meio de reais por ano. Agora, imagine como é levar todo esse combustível pro meio da Amazônia. O Bruno contou que eles geralmente compram uns 50 mil litros de óleo diesel de uma vez e o transportam pelo rio Uatumã em um barco-tanque com capacidade entre 20 mil a 100 mil litros. Nessa operação de transbordo, como eles chamam, que vai de 9 a 12 horas. Imagina fazer isso a cada três, quatro meses.

PEDRO: Toda essa logística parece impressionante em números, mas faz sentido vendo de perto o tamanho da operação. Um exemplo: mais cedo, um pouco depois da nossa subida de aquecimento, eu e a Fabíola Gerbase, coordenadora de comunicação do DAAD, conversamos com o Sonke Zahle, diretor do Instituto Max Planck de Biogeoquímica que em breve vai ser o novo coordenador do ATTO pelo lado alemão. Porque lembra que o ATTO é um projeto de dupla cidadania, então tem a coordenação alemã, e também a brasileira. Enfim, a gente falou com o Sonke dentro de um container refrigerado bem no pé da torre.

CONVERSA COM SONKE ZAHLE
[Pedro] Você só queria entrar aqui porque está fresquinho, vai.
[Fabíola] Aham.
[Sonke Zahle, em inglês] Sim, você pode fechar a porta para que continue frio. Então, nós temos três conteineiros de medição aqui.

PEDRO: Eu disse isso para a Fabíola de brincadeira, mas só para dar um contexto, a gente tinha acabado de descer a torre, e a descida, por incrível que pareça, é mais puxada que a subida. Você força muito mais os músculos da panturrilha enquanto desce, e fatalmente precisa olhar para baixo pra acertar os degraus, que são estreitos em uma escada vazada. É nessa hora que o medo de altura bate. Dá uma olhada nas nossas redes e no nosso site para ter uma ideia do que eu to falando.

PEDRO: Mas tem outra coisa. Depois da aventura lá em cima, voltar para baixo, para o nível da floresta, é tipo uma reentrada na atmosfera. A umidade volta com tudo, e a

sensação é de entrar numa panela fervendo. E eu nesses casos sou bem a pessoa que sua igual a tampa da panela mesmo. Tudo isso para falar que entrar no contêiner refrigerado foi muito bem-vindo naquele momento.

SONKE ZAHLE *[em inglês]*
Tem dois para aerossóis, um contando os números, e um com um processo químico nele. E esse contêiner é para medir gases do efeito estufa.

MEGHIE: As amostras que estão armazenadas ali são analisadas pela Hella Van Asperen. A Hella, que é holandesa, é pesquisadora do Instituto Max Planck de Bioquímica, lá da Alemanha, mas mora em Manaus. Ela falou com a gente no congresso anual do ATTO, alguns dias antes.

HELLA VAN ASPEREN
A coisa boa é que o instrumento fica lá embaixo, segura no container, com ar seco e não têm bichos. E nós estamos usando bombas para pegar ar da torre, que vai até embaixo, lá no container, e lá estamos a medir os gases. Isso é automático. Então, cada hora, temos medidos 300 metros, 750 metros, cada hora, cada dia, cada mês. E a ideia é, quando você tem muitos dados para cada muitos meses, muitos anos, dá para estudar vários processos que são de CO2 e de metano.

MEGHIE: O Sonke explicou o porquê do ar condicionado estar sempre ligado ali naquela estação, se liga:

SONKE ZAHLE *[em inglês]*
Qualquer mudança de temperatura faz com que esses instrumentos sejam menos precisos. Então nós tivemos muitos problemas no começo para garantir que a condição do ar estivesse no lugar certo, para que não fosse muito quente. Isso simplesmente não funcionaria com 35°C e muita umidade. Então a condição do ar, em todos esses conteineiros de medição, é para manter os instrumentos felizes.

MEGHIE: As amostras de gases ali ainda ficavam armazenadas em umas estantes de tubos transparentes iluminados por luzes verdes. Um visual bem futurista. E para complicar um pouquinho a logística da operação, essas amostras são enviadas em caixas com 18 potes cada por barco, e depois por avião lá para Alemanha.

SONKE ZAHLE *[em inglês]*
Este é um frasco de 3 litros; enviamos para a Alemanha e temos em nossos diferentes laboratórios dispositivos muito precisos que, em condições muito controladas, são muito melhores para medir. Aqui, com a condição do ar e todas as vibrações, não é tão fácil.

MEGHIE: Neste segundo episódio da nossa série especial de pílulas, produzida em parceria com o DAAD Brasil, você vai entender como o ATTO movimenta muito mais do que frascos cheios de ar entre continentes distantes. Esse observatório é formado por uma constelação de estruturas, ferramentas, mecanismos e, claro, de pesquisadores.

De acordo com o Ministério da Ciência e Tecnologia, aqui do Brasil, até 2024 o projeto formou cerca de 75 mestres e doutores, boa parte deles da Amazônia.

MEGHIE: Eu sou a Meghie Rodrigues

PEDRO: Eu sou o Pedro Belo, e está começando uma versão mais light, mais clean do nosso Ciência Suja, o podcast que mostra que em crimes contra a ciência, as vítimas somos todos nós.

MÚSICA DE ABERTURA

LUIZ AUGUSTO TOLEDO MACHADO
Então para formar essas partículas a gente tem uma teoria de que quando chove, aumenta a concentração de ozônio junto com o VOC, que são os compostos voláteis orgânicos que a floresta emite, que é o cheiro da floresta, eles juntos se clusterizam e formam uma partícula.

PEDRO: Um pouco depois de conversar com o Sonke naquele container fresquinho — e de tomar também uma bela garrafinha de água inteira quase — eu conversei com uma fera da ciência brasileira, o Luiz Augusto Toledo Machado, meteorologista que trabalhou muitos anos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, o INPE. Hoje ele é pesquisador associado do Instituto de Física da USP e do Max Planck.

PEDRO: O Luiz falou comigo enquanto esperava a vez dele de subir na torre e medir um espaço para instalar umas câmaras novas, que vão ajudar em medições de ozônio e desses compostos voláteis orgânicos, os VOCS — ou o cheiro da floresta, como ele mesmo chamou.

LUIZ AUGUSTO TOLEDO MACHADO
Esses compostos orgânicos são o jeito que a floresta fala com a natureza.

PEDRO: E segundo o Luiz, o que a floresta está dizendo é que ela tá estressada. Em outro projeto de colaboração entre Brasil e Alemanha, pesquisadores sobrevoaram áreas desmatadas e outras preservadas da floresta. E essas áreas desmatadas, como não têm árvores, não emitem os compostos voláteis orgânicos. E a ausência deles desequilibra o sistema e afeta diretamente a produção de chuvas.

LUIZ AUGUSTO TOLEDO MACHADO
Oitenta e cinco por cento do aumento da temperatura é devido às mudanças climáticas, mas 75% da redução da chuva é devido ao deflorestamento. E o deflorestamento impacta na vida natural, porque a floresta é tudo acoplado.

PEDRO: Os dados que o Luiz trouxe aí são de um artigo que ele publicou na Nature em 2025 com o professor Marco Aurélio Franco, também da USP. E alterar esse equilíbrio local pode ter consequências muito mais amplas, como o Beto Quesada, coordenador do ATTO no lado brasileiro, lembrou no mesacast que a gente gravou no

nosso último dia em Manaus, depois vale escutar.

MESACAST DO CIÊNCIA SUJA
[Beto Quesada] De 30 a 50% da chuva que alimenta o resto do Brasil, nossas hidrelétricas, produção de commodities, a segurança alimentar brasileira, depende da Amazônia.

PEDRO: O Luiz Toledo Machado também é um dos responsáveis pelo chamado sítio da Campina, que também faz parte do ATTO, mas faz outros tipos de medição.

LUIZ AUGUSTO TOLEDO MACHADO
Porque aqui basicamente se mede gás, os particulares... Turbulência, mas faltava ter algo que integrava a torre com o resto da atmosfera. Então a gente pôs lá, tem radar, tem um monte de instrumentações e está se tornando um dos maiores sites de medida de ciências atmosféricas tropicais em florestas tropicais do mundo. É o principal. Serve tanto para entender a atmosfera, para calibrar os modelos, para fazer funcionar as previsões de tempo no Brasil, na região tropical, como também para validar satélites, para muita coisa que quer ter umas medidas de campo no meio da floresta.

MEGHIE: Vamos voltar agora pra Manaus, nos bastidores da conferência anual do ATTO, para nossa entrevista com a Juliana Menger, que você conheceu na pílula anterior. A Juliana é bióloga de formação, foi bolsista de doutorado do DAAD e hoje atua como gerente de dados no projeto. Parte do trabalho dela às vezes é “desvendar” os dados produzidos por pesquisadores como os da equipe do Luiz Toledo Machado.

JULIANA MENGER
Mas aí eu pergunto, porque eles usam muito jargões, muitos acrônimos, que uma pessoa de uma outra área não vai saber o que é. E como eu não sei, eu pergunto. “Mas peraí, o que é BVOC? Nunca ouvi falar nesse termo”. “Ah, tá no título BVOC? Não, por favor, escreva que são compostos voláteis orgânicos”. Aí eles escrevem assim no título. Então eu acho que isso é uma coisa que favorece.

MEGHIE: Os BVOCs são um tipo dos compostos orgânicos voláteis que o Luiz e outros tantos pesquisadores do ATTO estudam. O “B” na frente é de “biogênico”. Mas nessa hora a Juliana estava explicando a importância do trabalho dela, que é justamente se certificar que o cientista descreva bem seus dados para que os colegas consigam usar esses dados sem ter que ficar perguntando pra quem coletou.

MEGHIE: Os dados captados lá no ATTO são organizados em bancos segundo os princípios FAIR, um acrônimo em inglês para findable, accessible, interoperable e reusable. Ou…

JULIANA MENGER
Localizáveis, acessíveis, interoperáveis e reutilizáveis.

MEGHIE: Isso é mais uma amostra da dimensão da ciência produzida no ATTO. Os

dados coletados ali, localmente, são importantes globalmente, assim como a Amazônia é importante para o clima do resto do planeta. Lembrando que os dados ficam disponíveis no site deles para todo mundo usar Dê uma olhada em www.attodata.org.

SONJA BARON *[em alemão]*
Para o BMFTR — essa é a sigla do ministério —, o ATTO é o projeto-farol. O ATTO é o maior projeto que temos na pesquisa climática com o Brasil e também, de modo geral, com toda a América Latina. É a nossa peça-central, nosso coração, daquilo que realizamos da pesquisa climática com o Brasil.

MEGHIE: Você ouviu agora a Sonja Baron, representante do Ministério Federal de Pesquisa, Tecnologia e Espaço da Alemanha, da área de Mudanças Globais e Pesquisa Climática. Ela contou que, desde 2010, com o começo da construção da infraestrutura do ATTO, o ministério já investiu quase 20 milhões de euros, ou quase 130 milhões de reais no projeto.

PEDRO: A Sonja foi com a gente na visita até o ATTO, e não era a primeira vez dela por lá. Foi ela que passou pra gente a ideia de que as árvores ficam parecendo um monte de brócolis depois de uma certa altura; lembra da minha conversa com a Fabíola Gerbase sobre isso na subida da torre, no começo da primeira pílula?

PEDRO: Foi a Fabíola, aliás, que fez essa entrevista em alemão que você está escutando. Ela perguntou também como a Sonja enxergava o papel do ATTO no combate à desinformação sobre o clima. Ela começou na linha de que a ciência produz resultados neutros, não enviesados. Mas aí ressaltou um grande desafio do momento.

SONJA BARON *[em alemão]*
Por outro lado, também na Alemanha existe uma grande tarefa: como comunicar a pesquisa e os resultados de pesquisa de forma mais próxima dos cidadãos, de maneira mais compreensível, para levar as pessoas junto conosco na pergunta: onde estamos e para onde queremos ir?

PEDRO: E como deve estar claro pra você que escuta o Ciência Suja e consome outros conteúdos sobre esse tema, não é só na Alemanha esse desafio de comunicar a ciência e a importância dela como essa bússola, né? Como disse o Sonke Zahle, que a Fabíola também entrevistou em alemão, a emergência climática é um fenômeno global, impulsionado por uma série de processos globais.

SONKE ZAHLE *[em alemão]*
E a solução consiste em todo o mundo se unir para tentar enfrentar e resolver esse problema. Soluções isoladas não vão eliminar as mudanças climáticas nem ajudar. E, por isso, a interação entre os países, a cooperação geopolítica, é muito importante.

PEDRO: No próximo e último episódio da nossa série especial produzida em parceria com o DAAD, a gente vai falar um pouco mais dessa colaboração entre brasileiros, alemães e outros pesquisadores do mundo todo, e vai abordar um assunto delicado,

que já foi tema de temporada inteira aqui no Ciência Suja (e que até vai virar livro): o colonialismo científico. A gente volta na semana que vem, no dia 3 de dezembro.

ENCERRAMENTO

MEGHIE: Eu sou a Meghie Rodrigues, e apresentei esse episódio junto com o Pedro Belo, que assinou o roteiro.

MEGHIE: A produção foi feita por mim, pelo Pedro e pela Fabíola Gerbase, do DAAD, o Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico. Foi o DAAD, a Embaixada Alemã no Brasil e o Ministério Federal de Pesquisa, Tecnologia e Espaço da Alemanha que viabilizaram essa série e a nossa viagem até o Amazonas e a Torre ATTO.

MEGHIE: A edição do roteiro é do Theo Ruprecht, com apoio do time todo do Ciência Suja.

MEGHIE: Esse episódio foi editado e finalizado pelo Caio Santos, as trilhas originais são do Felipe Barbosa, e as vozes complementares são do Theo Ruprecht e da Ana Campos.

MEGHIE: O Ciência Suja conta com o apoio do Instituto Serrapilheira, que fomenta pesquisa e a comunicação de ciência no país.

MEGHIE: Você também pode acompanhar a gente no instagram, X, BlueSky e YouTube no arroba Ciência Suja. Até a próxima, pessoal!