

## PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs (PBH)

# APRESENTAÇÃO DE MATERIAL COLETADO PARA MINIDOCUMENTÁRIO RELACIONADO À PROTEÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

**Brasília, agosto/2018**



Forçada de



Empoderando vidas.  
Fortalecendo nações.



MINISTÉRIO DO  
**MEIO AMBIENTE**

## SUMÁRIO

1.0 Introdução.....	3
2.0 Planejamento de entrevistas e coleta de material.....	4
2.1 Centro Regional do Nordeste (CRN).....	4
2.2 Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS).....	5
3.0 Entrevistas coletadas.....	6
3.1 Entrevistas coletadas no CRN.....	6
3.2 Entrevistas coletadas no CRS.....	7
4.0 Banco de imagens fotográficas.....	8
4.1 Espectrofotômetro de Brewer.....	8
4.2 Receptor/medidor de raios UV.....	10
4.3 Espectrofotômetro de Dobson.....	12
4.4 Processo de lançamento do balão atmosférico.....	15
5.0 Proposições e sugestões.....	21
Anexos.....	23

## APRESENTAÇÃO DE MATERIAL COLETADO PARA MINIDOCUMENTÁRIO RELACIONADO À PROTEÇÃO DA CAMADA DE OZÔNIO

### 1. Introdução

Uma das técnicas de disseminação de informações utilizada pela equipe de implementação do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), no âmbito do Protocolo de Montreal, é a produção de vídeos educacionais e informativos, para informar à população sobre as ações desenvolvidas para recuperação da camada de ozônio, sensibilizar e alertar o setor produtivo sobre as substâncias destruidoras do ozônio e os prazos regulamentados pelo Brasil para o fim de suas importações, e para criar um banco de dados audiovisual para os projetos brasileiros.

Por meio do monitoramento do fluxo de informações audiovisuais, como o número de acessos às páginas web e a quantidade de espectadores atingidos com cada vídeo produzido, observa-se que as informações quando disseminadas em meio audiovisual têm atingido grande visibilidade, tanto no âmbito nacional quanto no internacional.

Dando continuidade a essa estratégia, este produto apresenta o material audiovisual coletado para o desenvolvimento de minidocumentário sobre a coleta de dados brasileiros sobre o ozônio estratosférico, bem como a importância da utilização desses dados por parte do desenvolvimento de pesquisas no âmbito nacional e internacional. Para isso, os parceiros para a implementação do PBH contaram com o apoio do Instituto Nacional de Pesquisas Nacionais (INPE) e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Dessa forma, este produto apresentará o roteiro de entrevistas com os pesquisadores e especialistas dessas instituições, a descrição das imagens captadas, o banco de imagens fotográfico produzido a partir do material coletado, e indicará sugestões e proposições futuras a serem realizadas para dar continuidade à disseminação de informações sobre o assunto tratado.

## **2. Planejamento de entrevistas e coleta de material**

O órgão responsável pela coleta e disseminação de dados sobre o ozônio estratosférico no Brasil é o INPE, que trabalha juntamente com algumas universidades federais para o desenvolvimento de pesquisas a respeito.

O INPE possui, atualmente, quatro bases que realizam a medição do ozônio, sendo elas nas cidades de Natal (RN), Santa Maria (RS), Cuiabá (MT) e Cachoeira Paulista/São José dos Campos (SP).

As unidades de Natal e Santa Maria, além de apresentarem os equipamentos terrestres para a coleta de dados, desenvolvem pesquisas a partir do lançamento de balão para a coleta de dados do ozônio estratosférico, além de apresentarem técnicos capacitados para o manuseio de todos os equipamentos e professores universitários que conduzem grupos de pesquisas sobre o ozônio. Dessa forma, foram selecionadas essas duas localidades para a coleta de imagens, informações e entrevistas para a realização do vídeo.

### **2.1 Centro Regional do Nordeste (CRN)**

A base do INPE em Natal é denominada CRN – Centro Regional do Nordeste, e o Laboratório de pesquisas sobre o ozônio estratosférico denomina-se LAVAT – Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais. Desde a década de 1970, o Laboratório realiza coleta de dados sobre o ozônio estratosférico no Brasil, sendo o único na América Latina a apresentar essa série histórica.

O laboratório apresenta os seguintes equipamentos:

- Espectrofotômetro de Brewer: instrumento científico que mede a radiação solar e, por meio da análise da absorção de alguns comprimentos de onda, consegue determinar a coluna total do ozônio, do dióxido de nitrogênio e do dióxido de enxofre. O aparelho mede também a radiação ultravioleta nas bandas UV-A e UV-B. Esse instrumento mede o ozônio a partir do solo terrestre;
- Espectrofotômetro de Dobson: instrumento científico para medir a concentração de ozônio por meio de um sistema óptico que mede a radiação ultravioleta em dois comprimentos de onda. Pela radiação

medida, pode-se calcular a coluna total de ozônio. O instrumento é operado manualmente desde 1974 e mede o ozônio a partir do solo terrestre.

- Balão atmosférico: Permite o estudo das concentrações de vários componentes atmosféricos, com uso de radiossondagem, de modo a contribuir para a compreensão da camada de ozônio, sua recuperação e redução. Esse método é capaz de atravessar a camada de ozônio e medir sua concentração através da camada.

Dessa forma, observa-se que o LAVAT é o laboratório do INPE mais bem equipado para a coleta de dados do ozônio estratosférico, com a possibilidade de levantar dados sobre a coluna total do ozônio da superfície terrestre e ao longo da estratosfera, o que permite a validação dos dados e servir para calibração dos sensores remotos de satélites.

## **2.2 Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais (CRS)**

O CRS – Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – está localizado em Santa Maria, interior do Rio Grande do Sul, nas dependências da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O CRS desenvolve pesquisas nas áreas de Ciências Espaciais e Atmosféricas, especificamente sobre os diversos fenômenos relacionados ao estudo do ambiente atmosférico interligado Troposfera-Estratosfera e Mesosfera-Termosfera-Ionosfera.

A base do INPE no Rio Grande do Sul também conta com o Observatório Espacial do Sul, localizado no interior do município de São Martinho da Serra. Nessa área estão instalados diversos instrumentos científicos para estudos nas áreas de Aeronomia, incluindo a Ionosfera e a Atmosfera Neutra (desde a Troposfera até a Termosfera/Ionosfera), Geofísica Espacial e Astrofísica Galáctica e Extragaláctica. Dentre os experimentos

operacionais, destacam-se os instrumentos para medir a Radiação Ultravioleta e o Ozônio, como o espectrofotômetro de Dobson.

Além disso, o CRS também dispõe da tecnologia para lançamento do balão atmosférico, porém, realiza com frequência menor do que o CRN e tem como foco o estudo dos efeitos secundários do buraco da camada de ozônio sobre a região.

O CRS mantém parceria com a UFSM para a realização de pesquisas acadêmicas sobre a camada de ozônio e os efeitos da radiação ultravioleta para a população local.

### **3. Entrevistas coletadas**

Para a produção deste minidocumentário, foram coletadas sete entrevistas, sendo duas delas no CRN e cinco no CRS. Além disso, foi capturado em áudio e vídeo a explicação técnica do processo de preparação para o lançamento do balão.

Abaixo estão detalhados os nomes dos entrevistados, assim como o tempo de gravação com cada um deles. As entrevistas decupadas estão na seção Anexos deste documento.

#### **3.1 Entrevistas coletadas no CRN**

Francisco Raimundo da Silva

Engenheiro do INPE responsável pelo lançamento do balão de coleta de dados atmosféricos e supervisor do LAVAT.

Tempo de entrevista em vídeo: 15min 21s

Maria Paulete Pereira Martins

Coordenadora do LAVAT e pesquisadora do INPE na área das ciências atmosféricas.

Tempo de entrevista em vídeo: 9min 25s

Tércio Luiz Bezerra Penha

Técnico do INPE responsável pela operação dos equipamentos manuais, dentre eles o espectrofotômetro de Dobson, e pela calibração do balão no processo de pré-lançamento.

Depoimento coletado no momento de realização da técnica de preparação para lançamento do balão.

### **3.2 Entrevistas coletadas no CRS**

Damaris Kirsch Pinheiro

Professora da Universidade Federal de Santa Maria, responsável por desenvolver pesquisas sobre o ozônio na região.

Tempo de entrevista: 35min 29s

Hassan Bencherif

Professor do Laboratório LACy da Universidade de La Réunion, França.

Tempo de entrevista: 18min 08s

Luiz Ângelo Steffemel, professor do Laboratório CRESTIC da Universidade de Reims Champagne-Ardenne, França.

Tempo de entrevista: 11min 28s

Bibiana Culau Lopes

Estudante de doutorado na UFSM e bolsista da CAPES para projeto sobre a camada de ozônio.

Tempo de entrevista: 7min 18s

Gabriela Tencuri

Estudante de doutorado na UFSM e bolsista da CAPES para projeto sobre a camada de ozônio.

Tempo de entrevista: 4min 38s

#### **4. Banco de imagens fotográficas**

Juntamente com a gravação de entrevistas e imagens coletadas para a produção do minidocumentário, foram realizadas fotografias dos aparelhos e processos para medição do ozônio estratosférico, com o intuito de criar um banco de imagens a ser disponibilizado para o público.

Abaixo, seguem as fotos de cada aparelho/processo capturado.

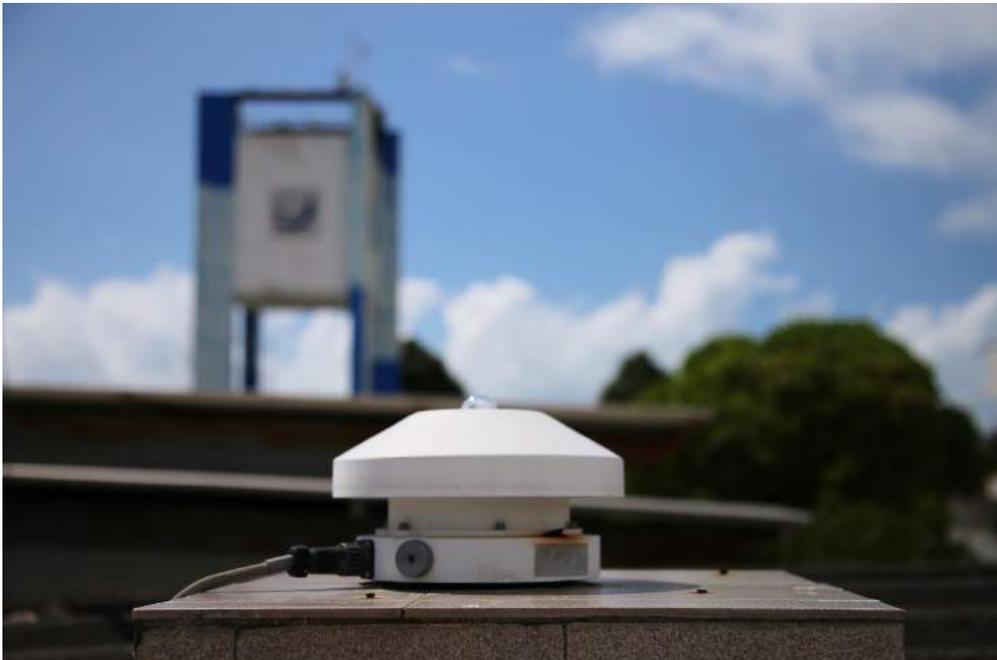
##### **4.1 Espectrofotômetro de Brewer**







#### 4.2 Receptor/Medidor de raios UV







#### 4.3 Espectrofotômetro de Dobson



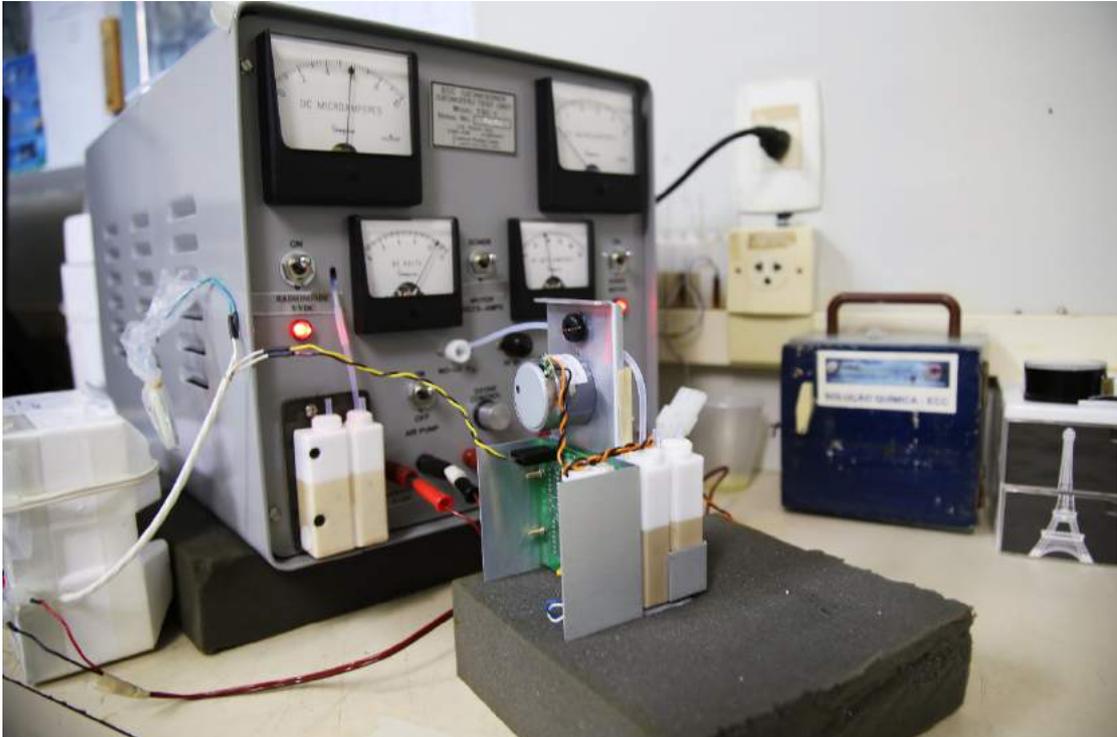






#### 4.4 Processo de lançamento do balão atmosférico













## 5. Proposições e sugestões

Diante do material coletado, observa-se uma vasta gama de informações tanto no âmbito acadêmico quanto no de produção de dados por parte de instituições brasileiras que estão diretamente relacionadas à camada de ozônio. Observa-se também um planejamento deficitário de comunicação estratégica e disseminação dessas pesquisas e informações no Brasil.

Dessa forma, para ampliar a visibilidade do trabalho brasileiro realizado nessa área, propõe-se que a equipe de implementação do Protocolo de Montreal no Brasil apoie a disseminação dessas pesquisas e processo de coleta de dados, uma vez que esse trabalho está diretamente relacionado com os objetivos do Protocolo de Montreal de recuperação da camada de ozônio.

Para isso, são dadas as seguintes sugestões:

- Antes de realizar a edição das imagens para minidocumentário, sugere-se que seja feita nova missão para Santa Maria para acompanhar o processo de lançamento do balão atmosférico no CRS, uma vez que o processo desse local visa a coleta de dados específicos para os efeitos secundários do buraco da camada de ozônio na região. Na ocasião, sugere-se também visita ao observatório para coleta de imagens dos demais aparelhos para medição de ozônio no CRS;
- Ampla disseminação do minidocumentário produzido como resultado do material coletado deste produto, com a inclusão de legenda em inglês e espanhol para viabilizar a disseminação de informação em países da América Latina e do globo, assim como apoio das agências implementadoras para divulgação em seus sites e redes sociais;
- Preparo de reportagem especial sobre a coleta de dados do ozônio no Brasil e sobre as pesquisas acadêmicas na área, a qual sugere que seja publicada no próximo 16/09, em comemoração ao Dia Mundial para a Preservação da Camada de Ozônio;

- Levantamento sobre as pesquisas acadêmicas realizadas no Brasil sobre o tema para o lançamento de uma nova série de entrevistas por parte da equipe de implementação do Protocolo de Montreal no Brasil, com base no sucesso da série de entrevistas denominada “30 Anos Protocolo de Montreal”. Com isso, espera-se também ampliar a visibilidade do boletim informativo e sites referentes ao Protocolo de Montreal no Brasil para o público acadêmico. Dentre os profissionais a serem convidados a participar dessa série de entrevistas, sugere-se que incluam a Profa. Damaris Kirsch Pinheiro, com entrevista já gravada, e siga com os seguintes pesquisadores: André Passaglia Schuch, UFSM; Carlos Menck, Universidade de São Paulo (USP); e Lucas Vaz Pérez, Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

## Anexos

### Entrevista – Francisco Raimundo da Silva

#### INPE – CRN/LAVAT

*Como foi a fundação do LAVAT no RN? Há alguma justificativa por sua posição geográfica?*

O LAVAT foi criado para dar suporte a um projeto de rádio sondagem na barreira do inferno. Então, a gente recebia as sondas de ozônio, preparava, calibrava e era lançado na barreira do inferno. A escolha foi exatamente pela posição geográfica, porque Natal é a cidade mais próxima do continente africano, e queria-se estudar o comportamento do ozônio aqui nos trópicos. Natal era a única cidade que tinha um centro de lançamento de foguete, que era a Barreira do Inferno, então uniu-se o útil ao agradável.

0'52" Aqui o LAVAT foi fundado em 1978, com o nome antigo de Laboratório do Ozônio, o LAVAT veio anos depois, em 2006.

*Qual é o objetivo do LAVAT e como ele apoia a produção de pesquisas científicas?*

1'05" No LAVAT, a gente coleta dados que são entregues à Universidade e aos pesquisadores de dissertações, de mestrado, tese de doutorado, trabalho de fim de curso. Então, os dados são disponíveis ao público.

*Quais são os aparelhos e processos utilizados para obtenção dos dados de medição do ozônio e dos raios UV? Como eles funcionam e qual é a diferença de processos de cada um deles?*

1'35" Para a focalização do ozônio, nós usamos dois processos. Nós usamos um processo através da radiação ultravioleta, que chamamos de fotômetros, ou seja, o Dobson e o Brewer; e o processo eletroquímico, que é feito por uma sonda medidora de ozônio, que é transportada por meio de um balão.

*Poderia detalhar um pouco o funcionamento do processo do balão?*

2'17" Temos uma célula eletroquímica, que usa uma bateria química, ou seja, as duas soluções são à base de iodeto e brometo de potássio numa câmara, e quando ela coleta o ar externo, se houver ozônio na atmosfera, vai gerar uma corrente e a corrente vai ser depois convertida em Unidade Dobson, ou seja, em ozônio.

2'47" Anualmente, a gente recebe um total de 60 sondas. Como temos 52 semanas, no ano, semanalmente, a gente lança uma sonda e, se houver algum problema, a gente faz uma outra sondagem, porque o interessante é que, se a sonda antes de 16 km, por exemplo, na baixa atmosfera, se por alguma razão, ela deixar de transmitir, o ideal é que ela vá acima de 30 km, que nós temos o pico de ozônio aqui em torno de 25km, por isso que para ser uma boa sondagem, tem que ser acima de 25 km de altitude.

3'36" O dia, a gente vai no site do SatéliteAura, e escolhemos o dia que ele tem a menor distância horizontal, ou seja, que ele passa cobrindo Natal. A escolha é feita com a hora e o dia que tem a menor distância horizontal dada pelo Aura, porque esses dados que vamos comparar depois da sondagem, não posso fazer uma sondagem que o satélite vai cobrir uma área de mil quilômetros, aí não tem precisão. Aí quando cai para abaixo de 200 km, tem às vezes 10 km, quanto menor a área que ele está cobrindo, mais preciso é.

*Onde e como são disponibilizados os dados coletados pelo LAVAT?*

4'18" Os dados do LAVAT são disponibilizados no próprio site do INPE, é disponibilizado através da NASA, no Programa Shadows, e também existe um centro mundial WUDC (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre), no Canadá, o Centro Mundial de Ozônio e Radiação Ultravioleta. Todos esses dados, depois de processados, vão sendo postados no Canadá, que é um órgão da Organização Mundial de Meteorologia. Então, todos os dados de Natal, você tem aqui no LAVAT, tem no site da NASA e tem no WUDC no Canadá.

*Qual é o público que mais acessa esses dados?*

4'58" Os dados nossos são mais acessados por pesquisadores e estudantes. A gente já tentou, muitas vezes, por exemplo, o estado de radiação ultravioleta, a gente já ofereceu para as TVs gratuitamente, mas é impossível, a gente prefere botar no nosso site para o povo em geral. No caso de radiação ultravioleta, o Brasil tem uma área muito grande de norte a sul e, principalmente aqui no Nordeste, o índice é muito alto, as pessoas tem que saber se proteger. Essa é a parte de radiação ultravioleta.

*Você mencionou pesquisadores, estudantes. Existe alguma demanda específica por parte de alguma Universidade por esses dados?*

5'43" O que mais absorve nossos dados é a Universidade que nós temos um convênio; inclusive alunos vêm estagiar aqui, e aqui conhece o laboratório, fazemos apresentações em escolas, na própria universidade....

6'08" Basicamente, alunos de escolas particulares, às vezes a gente recebe escolas públicas também....

6'18" As crianças vêm aqui somente para ver o balão, então o pessoal mais adulto que já tem um trabalho, uma tese, dissertação de final de curso, então absorvem os nossos dados.

*Nesses anos todos de coleta de dados, vocês conseguem enxergar uma recuperação da camada de ozônio a partir dos dados coletados aqui?*

6'40" Nesses últimos anos, aqui para nós, como estamos próximos ao Equador, a gente vê que o comportamento, a sazonalidade não modificou muito. Então, você não pode dizer aqui em Natal, tem que verificar quanto mais próximo da Antártida, no sul, sudeste, Chile. A professora Damaris desenvolve um trabalho lá em Santa Maria, que na época da primavera ela sofre um pouco com a influência do buraco do ozônio. O que é o buraco do ozônio? Para o público leigo, se convencionou que seria quando você tem totalização inferior a 220 unidades Dobson, porque o buraco do ozônio na realidade não é um buraco, é como se eu tivesse um queijo e fosse fatiando, eu vou cortando e vou tirando as fatias, então ele vai diminuindo. Na primavera, na Antártida, há uma diminuição da concentração do ozônio, então ele fica aberto durante esse período e depois vai se recuperando. Geralmente, é um período bianual, então ele tem esse comportamento, a cada dois anos, de aumentar e depois diminuir.

*Qual é a importância do LAVAT no âmbito da produção nacional de pesquisas? Vocês são o laboratório mais completo em relação a equipamentos e técnicas de medição do ozônio?*

8'32" O LAVAT é mais conhecido internacionalmente, por incrível que pareça, mas a estação mais completa, em termos de rádio sondagem – a mais completa e a única – aqui nos trópicos é Natal. Estamos criando grupos em Santa Maria, em Punta Arenas, no Chile. Os Argentinos fazem a medição lá na Antártida, mas nós somos o grupo mais completo, inclusive fizemos a primeira campanha de rádio sondagem na Antártida na Estação Ferraz em 1992.

*E em relação à cooperação internacional, qual é a importância do Laboratório?*

9'19" Quando alguém fornece 200 ou 300 mil reais é pouco para a gente fazer sondagem, que é muito importante. O nosso laboratório é mais conhecido internacionalmente, e nacionalmente é conhecido através das Universidades. O grande público em geral não acessa o nosso site. A quantidade de acessos é muito pequena.

*A parceria com a NASA, você poderia detalhar um pouco para a gente?*

10'02" Essa parceria foi iniciada em 1978. Os americanos vinham lançar foguete aqui de medidor de ozônio e eles precisavam de um outro sistema para comparar os dados do foguete. Então, aí foi criada a parceria com o INPE, para que a gente preparasse as sondas, os sensores de ozônio, para ter pelo menos dois sistemas de aquisição e comparação de dados. Naquela época, não havia um sistema de satélite para fazermos a comparação, como nós temos hoje.

*Então, você considera que essa alavancada nas pesquisas a partir do convênio com a NASA contribui muito para o conhecimento brasileiro científico a respeito da camada de ozônio?*

11'04" Sim. Nós fomos os pioneiros aqui. Começou com esse convênio entre INPE e NASA, e com os lançamentos realizados na Bahia. A finalidade do INPE, em 1970, aqui de Natal, no início, se restringiu a transmissão de aulas, então, um sistema de tele-educação, que criou a TV Universitário aqui, se produzia a aula e era transmitida aqui para áreas que não tinham acesso. Assim começou-se a criar um grupo técnico aqui, com pesquisadores, suporte. Conseqüentemente, criaram o laboratório de ozônio, que em 2006 passou a se chamar LAVAT, porque saiu da área de ozônio e incluiu a área de radiação e meteorologia.

*Como o senhor vê o futuro das pesquisas aqui no Brasil?*

12'50" A Dra. Paulete é uma das pioneiras porque o que falta para nós é mais um incentivo da pesquisa. O LAVAT tem diversas dissertações, diversas teses de mestrado com dados obtidos do LAVAT, não só aqui no Rio Grande do Norte, como em todo o Brasil. Agora, precisamos de um sistema financeiro. Foi criado em 1978 o primeiro convênio que é refeito a cada 10 anos. Então recebemos agora 53.800 dólares que equivale a cerca de 200 mil reais, e precisamos, para que essa sonda seja lançada, de 20 a 30 mil reais em compra de gás. Essa é a dificuldade que temos. Guardamos para vocês esse cilindro para fazer o lançamento hoje, mas vamos parar, porque desde dezembro que tentamos comprar o gás para inflar o balão e não temos, ou seja, os americanos têm isso aqui como uma estação padrão deles, gastam 200 mil reais por ano e aqui o que precisaríamos gastar é de 10 a 20 mil reais, em torno de 10% desse valor e isso só para inflar o balão. No passado, eles mandavam a água e o gás, mas depois do 11 de setembro, um cilindro é uma bomba, então eles pararam de enviar, aí precisamos comprar aqui no mercado interno.

*A última medição foi feita quando?*

14'36" A última medição foi feita em 25 de julho, porque tínhamos que fazer semanalmente, porque com a escassez do gás, fomos fazendo quinzenalmente, e agora mensalmente. Esperamos que saia uma licitação para a gente comprar esse gás. Nós usamos no nosso balãozinho 4 m<sup>3</sup> de gás, então só o gás seria o equivalente a 4 vezes 120 dólares, ou seja, 480 dólares, mas eles estão gastando 700 dólares que é o sistema que eles mandam para a gente. Somando tudo isso, dá em torno de 1000 dólares que precisamos gastar mensalmente.

**Dra. Maria Paulete Pereira Martins**

**INPE – CRN/LAVAT**

*A senhora poderia nos falar um pouco sobre as pesquisas recentes que têm sido realizadas aqui no LAVAT?*

A gente teve um doutorado que foi concluído este ano, de um boliviano que fez na área de medicina, com dados de ozônio do Brewer. Ele fez uma correlação entre problemas de pele e a radiação ultravioleta. Tem esse trabalho que a Cristina está fazendo de dados do Dobson que vamos tentar atualizar as pesquisas da evolução da camada de ozônio, de 2013 até 2017. A gente tem aqui em Natal também, na Universidade, um lighter, que é como um radar, um equipamento que mede aerossóis, então, tem uma pesquisa também que provavelmente aconteça aqui em parceria com o LAVAT utilizando esse lighter e talvez um lighter da USP, e a gente vai usar essas estações meteorológicas que têm no interior do Rio Grande do Norte para estudar a dispersão de aerossóis. Aqui no RN, temos um problema sério de poluição atmosférica que é causado pelas fábricas de cerâmica no interior. Isso não está diretamente relacionado com o ozônio, mas tem a ver com a qualidade do meio ambiente, e como temos estações meteorológicas no interior, temos em Caicó, Angicos e Currais Novos, além de Natal. Estamos em um processo de comprar mais duas, para colocar mais no oeste, na ponta do estado, para medir as variáveis meteorológicas lá, em uma região serrada. As principais estão no sertão, na área do semiárido.

2'35" Hoje, tem um volume grande de dados que são gerados aqui em termos das medidas do ozônio com os três equipamentos, as sondagens e falta mais pesquisadores, faltam alunos. Estamos atualmente apenas com uma bolsista de iniciação científica, então queremos envolver mais pessoas aqui, porque faz falta esse volume de estudantes, para trabalharmos os dados.

3'20" Quanto ao incentivo da pesquisa, isso é um problema geral no Brasil. Tem o incentivo, mas poderia ser melhor. Então, se a gente tivesse mais recursos, teríamos condições para estarmos investindo mais. Basicamente, hoje, o forte aqui é o ozônio, que tem todo esse histórico de 40 anos, isso é de um valor muito grande para o país e isso é valorizado mais lá fora do que aqui dentro, embora haja alunos que usam, tem pesquisas sendo feitas aqui no Brasil também, não só aqui no Rio Grande do Norte, mas em São Paulo tem gente que usa os dados daqui, quem está estudando a camada de ozônio. Então, o estudo da camada de ozônio é o forte daqui, e tem esse estudo da parte meteorológica do Rio Grande do Norte, porque como aqui é uma região de clima mais seco no interior, e com as mudanças climáticas, queremos ver realmente o impacto disso aqui no Nordeste. Esse lighter que está na universidade veio para cá para estudar o transporte da poeira do Saara, que chega aqui no Rio Grande do Norte. Estamos pensando em fazer um estudo, acompanhar essa poeira que chega e ver se percebemos alguma alteração também no interior e também quanto ao problema das cerâmicas. Tem um grupo de qualidade junto com a UFRN e a gente vai tentar recursos para fazer uma pesquisa no estado, envolver toda essa parte com a saúde, porque tem muita coisa que ninguém sabe que está acontecendo, não tem controle e muito menos conhecimento. Há cidades em que as empresas de cerâmica estão dentro da cidade, mas não sabemos o que está acontecendo em termos de impacto da saúde das pessoas. A semana passada, a gente teve uma reunião desse grupo, com a Secretaria do Meio Ambiente, a Secretaria da Saúde. Vamos tentar caminhar contribuindo de alguma forma para esse conhecimento.

*Por que você acredita que é importante para o Brasil manter um laboratório como este, completo, que seja capaz de captar os dados de ozônio dessa forma?*

6'09" Porque é a construção do conhecimento. Porque fazendo as medidas, a gente consegue obter as informações, conhecer melhor; é um laboratório de extrema importância. Claro, a gente poderia usar só dados de satélite, mas isso está longe. Então, um dado de superfície. Primeiro nós estamos aqui na superfície, então é mais importante sabermos o que está acontecendo aqui. Os satélites são uma super ferramenta para obtermos informações, mas mesmo para operar os satélites é importante ter os dados de superfície, então, quanto mais informações a gente tiver, melhor. Os lançamentos das sondas passam pela camada de ozônio, então, tem uma medida local, de realmente contar essa concentração. Uma coisa é medir aqui no chão, outra coisa é medir lá de cima; então, a gente tem três formas de olhar: olha por cima da camada, olha por baixo da camada, e olha por dentro da camada. Então, a gente consegue, com esse conjunto de sensores, de equipamentos, conhecer melhor. E uma série histórica, isso é de um valor enorme. São poucos que têm toda essa série histórica. Então, deve ser valorizado, mantido, incentivado, mesmo para o governo conhecer, porque a pesquisa por si só não tem valor se não se desdobrar em alguma mudança no comportamento. Os problemas que a gente conseguiu medir

na Camada de Ozônio gerou um Protocolo de Montreal, que hoje estamos vendo a recuperação da camada de ozônio, e gerou uma mudança de comportamento no processo produtivo da humanidade, e isso tem que ir mudando cada vez mais. Agora não são os CFCs, são os HCFCs, mas daqui a pouco não dá nem para ser mais esses. Então, a gente tem que ir evoluindo. Esse conhecimento, a gente só consegue observando a natureza, observando o que está acontecendo. As medidas em tempo real são de extrema importância para a construção do conhecimento. Não dá para fazermos pesquisas só no computador, só no modelo, sem comprovarmos qual é a verdade.

## **Entrevista – Dra. Damaris Kirsch Pinheiro**

### **UFSM/INPE CRS**

*Por favor, comente sobre a situação atual do desenvolvimento de pesquisas sobre a Camada de Ozônio no Brasil.*

7842 0'33" As pesquisas atuais em ozônio, principalmente sobre a camada de ozônio no Brasil, elas estão centralizadas em algumas instituições apenas. Nós estamos com muitas poucas instituições desenvolvendo esse tipo de pesquisa no Brasil. O problema todo é que a comunidade brasileira científica nessa área está envelhecendo, não em termos de qualidade, porque mantemos uma boa qualidade nas pesquisas, mas em termos de número de pessoas. As pessoas estão aposentando, e isso está gerando uma série de problemas, principalmente em manutenção de equipamentos, de técnicos; então nós estamos precisando criar, formar mais recursos humanos atualmente nessa área, e um dos principais objetivos nesse nosso projeto CAPES-COFECUB, que nós estamos desenvolvendo com as universidades francesas é justamente o desenvolvimento de recursos humanos. Essa é uma das principais metas nossas nesse projeto, é tentar melhorar os recursos humanos existentes no Brasil que estão muito poucos. Eu não sei se é porque existe um desinteresse na área de ciências atmosféricas, na área de química da atmosfera em relação dos jovens que queiram mais outras áreas mais famosas entre aspas. Eu não sei se seria nesse sentido ou se é uma culpa nossa de não fazer propaganda sobre isso, porque de repente nós é que não estamos indo buscar mais jovens para isso, mas o fato é esse. O fato é que as equipes brasileiras estão envelhecendo, estão aposentando, e nós não estamos conseguindo repor essas pessoas. Outro problema geral é que a maioria dessas pesquisas estão sendo desenvolvidas em universidades públicas e instituições de pesquisa públicas, e essas, tanto instituições quanto universidades, estão sem contratações. Estamos com um baixíssimo número de contratações, e então isso está sendo um empecilho; não estamos conseguindo

contratar pessoas para cobrir essas áreas de pesquisa. Então, realmente, estamos em um momento agora que precisamos urgentemente melhorar o desenvolvimento de recursos humanos, treinar mais, capacitar mais, e contratar essas pessoas. Por exemplo, agora estamos capacitando, mas não estamos conseguindo contratar. Então, esse eu creio que é uma das principais vulnerabilidades na pesquisa brasileira como um todo, mas na área de ozônio e radiação ultravioleta estão sofrendo esse problema.

3'51" No Brasil, a nossa forma de pesquisa não tem fluxo contínuo de investimentos, ela é a partir de editais, e é a partir de projetos. Então, tu precisa ter os recursos humanos já capacitados, porque o jovem dificilmente consegue captar um recurso humano, mesmo que seja recém contratado; então um jovem doutor, um jovem pesquisador, ele tem mais dificuldade de captar verba, ela precisa do apoio daquele pesquisador mais experiente, que tem um currículo um pouco melhor para conseguir captar esse recurso através só de editais, de projetos. Então, essa é a forma que o Brasil tem funcionado na pesquisa, inclusive em institutos de pesquisa também tem esse problema. Então, o jovem precisa ter essa experiência dos mais velhos, e os mais velhos estão aposentando. Então, aí estamos com um gap grande entre as gerações de pesquisadores, e isso está prejudicando um pouco também. Então aí a gente não consegue captar os recursos financeiros e os recursos financeiros brasileiros diminuíram de uns anos para cá e isso a gente infelizmente tem que colocar, e uma situação real brasileira é que nós estamos com pouquíssimo investimento em ciência, tecnologia e inovação. Então, pesquisas em ciência, tecnologia e inovação estão muito poucas perto de anos anteriores, falo de 10, 15, 20 anos. Nós precisamos aumentar essa carga, porque é através da ciência, tecnologia e inovação que um país se desenvolve, que nós saímos de uma crise. E atualmente não estamos investindo em ciência, tecnologia e inovação. A gente precisa desse investimento e nós, no ozônio e em pesquisas em radiação estão com esse mesmo problema, que é um problema nacional. E não só nacional, em alguns pontos, em outros países também, mas o nosso país está realmente com esse problema, e nós na parte de ozônio também temos esse problema. Nós estamos com vários problemas de investimento e, também, de manutenção de equipamentos. Nós temos equipamentos que foram comprados anos atrás, que são equipamentos de ponta de pesquisa de ozônio no mundo, só que nós não estamos conseguindo manter esses equipamentos. Nós estamos com problemas de calibração por falta de investimento e por falta de pessoal técnico para calibrar. Os dois problemas, recursos humanos e investimentos, estão caminhando juntos digamos assim. Então, nós precisamos urgentemente de investimentos nessas áreas, para a gente poder voltar ao pioneirismo brasileiro dentro da América do Sul; sempre fomos líderes de pesquisa nessas áreas e precisamos continuar. Outros países sempre vinham, e continuam vindo para conversar, para fazer trabalhos em conjunto, os países da América do Sul para o Brasil, e o Brasil sempre liderou nessa área. Nós tivemos épocas em que o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, na figura do Dr. Kirsch, que é um dos

nossos pioneiros de pesquisa de ozônio no Brasil, ele, várias vezes, instalou equipamentos em outros países da América do Sul para auxiliar no desenvolvimento de pesquisas naquela área nesses países. Então, isso nós temos que voltar a fazer, sobretudo porque a gente não está conseguindo nem manter os nossos equipamentos; então isso aí é um problema. Nós precisamos de investimentos e de investimentos rápidos, senão vai acontecer que como não tem investimentos, esses jovens pesquisadores que estão começando na área acabam trocando de área, e aí essas pesquisas vão morrer no futuro. Então, esse é um dos nossos problemas, precisamos ter esse apoio para dar esse investimento.

8'14" Através desse projeto com a França, nós tivemos um bom início, um bom apoio da CAPES e do COFECUB, o órgão francês equivalente a CAPES. Então, esse apoio que eles nos deram, através do financiamento do projeto, foi muito importante. Para nós, agradeço muito a eles por esse apoio, mas é um apoio que trabalha a parte de recursos humanos apenas, não a parte de investimentos, porque o projeto não contempla investimentos, contempla só os recursos humanos. Mas nesse ponto, pelo menos temos esse apoio. Agora, sem os investimentos para a calibração e para a melhoria dos equipamentos, para a compra dos balões, para manter o estudo na parte de ozônio, a gente não vai conseguir ir muito longe, digamos assim, por muito tempo.

*A senhora poderia comentar sobre a importância de o Brasil possuir conhecimento e habilidade para a produção de dados sobre a medição do ozônio estratosférico.*

9'22" O Brasil tem uma rede de equipamentos mantidos, principalmente, pelo INPE e algumas universidades como a UFRN, a UFOPA; e nós aqui na UFSM trabalhamos também com esses dados, gerados por esses instrumentos. Porém, o INPE não está tendo investimentos, auxílio, para fazer as calibrações. Então, atualmente, nós temos os instrumentos, que são de primeira linha, alguns dos melhores do mundo. Porém, a gente não está tendo o apoio para mantê-los. Então, temos essa capacidade de geração de dados muito grande, mas a gente está com problema para manter para o futuro. O futuro está incerto. Nós temos uma quantidade grande de dados já gerados aqui, nós estamos desenvolvendo através dessa plataforma para colocar à disposição a maioria desses dados, ou alguns que temos acessos mais direto para poder liberar através desse projeto, mas temos esse problema de manutenção para o futuro.

*A senhora poderia comentar sobre o que é o buraco na camada de ozônio e em que época que ele ocorre.*

10'54"

O buraco na camada de ozônio é uma redução na concentração de ozônio da camada, principalmente sobre a região da Antártica, altas latitudes no hemisfério sul.

Mas ele ocorre lá, principalmente, por causa da baixíssima temperatura, porque lá tem condições especiais para essa ocorrência desse problema. Ele começa a abrir em agosto, final de agosto, e começa a recuperar lá por outubro, e fecha normalmente em novembro, mas todos os anos está acontecendo. Ele é cíclico, todo agosto abre de novo, todo novembro fecha, então, ele está cíclico. Só que a intensidade de diminuição, já tivemos épocas, alguns anos atrás, onde tivemos a diminuição de mais de 75% do conteúdo de ozônio sobre a região Antártica, então 75% de redução de todo o ozônio, significa que três quartos diminuíram. É muita coisa. Agora não está tanto assim, ele está começando a apresentar uma recuperação, mas ele ainda vai continuar abrindo essa situação, ainda vai continuar, pelas projeções, pelo menos até 2050, 2060. Essas são as projeções que se tem a nível mundial de diversos grupos de pesquisa que fizeram algumas precisões: até 2050, 2060 ainda vamos sofrer o problema do buraco de ozônio na Antártica, então é uma coisa que é a longo prazo. Temos que continuar fazendo essas pesquisas.

12'49" A importância da pesquisa que nós estamos desenvolvendo aqui no Brasil, é que o Brasil, na verdade Argentina, Chile, Uruguai, Paraguai, só para falar na América do Sul, mas temos também a África do Sul, a ilha de Reunião, Madagascar, na Oceania também, temos Austrália. Então, vários países do hemisfério sul sofrem efeitos do buraco da camada de ozônio porque o buraco não é estático, ele é dinâmico, se movimenta muito. No que ele se movimenta, às vezes ele libera massa de ar que tem pouco ozônio para cima de regiões que têm uma população mais alta, que é o que acontece aqui no sul. Então, enquanto o buraco está aberto lá, ele pode liberar essa massa de ar. Então esse vento vem e chega aqui e diminui a concentração de ozônio aqui, só que aqui temos regiões altamente populosas. Então, esse aumento de radiação, em uma época do ano em que a radiação já está subindo, porque acontece em setembro, outubro, principalmente. Então, temos essa radiação um pouco mais alta, já está subindo, e aí de repente diminuiu a concentração de ozônio. No que diminui a concentração de ozônio, nós temos mais radiação ainda. Então isso pode afetar a população e pode inclusive acontecer, dependendo do período do ano, quebra de safra, pela alta incidência de radiação em alguns momentos, em alguns dias, por exemplo. Então, essa é a nossa maior preocupação. Por isso que estamos desenvolvendo essas pesquisas e esse projeto para fazer a previsão desses eventos, de forma, pelo menos, que a gente consiga, com alguns dias de antecedência, avisar a população, para que não se exponha à radiação solar muito alta. Ou a um agricultor, se ele vai plantar naqueles dias, ele pode esperar para plantar um pouco depois do vento, para não receber aquela carga alta de radiação.

14'56" A gente consegue prever através desse trabalho que estamos desenvolvendo, com simulações, mas também com modelos de previsão, e um dos principais objetivos do nosso projeto é um modelo de previsão. Então, atualmente existem importantes modelos de simulação de dados, mas para prever esse tipo de evento, como é uma coisa muito específica, não tem quase modelo de previsão. Esse é um dos nossos principais projetos. Através desse projeto, um dos nossos principais

objetivos, tentar prever e colocar na própria página do projeto esses avisos à população, para ter o recebimento dessa informação mais rapidamente. Outra coisa que recentemente desenvolvemos: um acordo, uma parceria com a Sociedade Gaúcha de Dermatologia. Então eles pediram para a gente e vão disponibilizar na página deles também essas informações. Então, não vai ser só na nossa página, mas a gente distribui essa informação através dos dermatologistas e distribui também por meio da imprensa. Podemos colocar essa informação com vários dias de antecedência. Atualmente, estamos conseguindo fazer a previsão com 3, 4 dias, mas ainda não está bem, precisamos melhorar. Para melhorar, estamos desenvolvendo essas pesquisas conjuntas; tem esse desenvolvimento de pesquisa de doutorados que vão auxiliar nesse sentido.

16'45" É difícil dizer em quanto temos de expectativa para prever esse fenômeno, mas o ideal é que a gente tenha pelo menos uma semana de previsão. Mas é difícil. Não posso dizer agora com certeza que quando chegarmos ao fim do projeto, vamos conseguir prever com uma semana. Isso ainda não posso dizer, é incerto, vai depender de como vai estar o desenvolvimento do modelo.

*É possível que no hemisfério norte a população também sofra os efeitos do buraco da camada de ozônio?*

17'23" Sim. Há um evento lá no hemisfério norte que é o buraco da região do Ártico. Porém, o Ártico, como lá a temperatura não é tão baixa como na Antártica, ele não é um fenômeno que acontece muito intenso como na Antártica. Lá acontece uma redução, que categorizamos como buraco, mas é uma redução menor. Porém, lá a gente tem uma população muito maior, porque temos uma população vivendo em pleno círculo Ártico, o que no círculo Antártico a gente quase não tem. Então essa é a principal diferença...

7843 0' ... lá já está acontecendo isso, eles têm o efeito direto. A gente chama de efeito secundário, porque não é o próprio buraco que está sobre a gente, são massas de ar que se deslocam da Antártica para cá. Lá eles têm o efeito primário mesmo. Eles têm o próprio buraco passeando lá sobre as populações. Eles sofrem com isso. Porém, por lá, como é uma alta latitude, não tem uma quantidade de radiação alta. Aqui, esse efeito secundário está vindo para latitudes mais baixas, onde tem uma alta radiação. Aí as consequências são muito maiores. Esse é o principal ponto: a região onde a gente se encontra, que são baixas latitudes, com uma grande quantidade de população e uma grande quantidade de radiação.

*A senhora poderia comentar sobre o que foi observado desses efeitos secundários do buraco da camada de ozônio?*

0'54" Nós temos atualmente, catalogados, estudos de 1979 que foi a partir dos dados do satélite. Dados a partir do espectrofotômetro de solo, dados dos nossos instrumentos aqui em Santa Maria. A gente tem de 1992 para cá, mas de instrumento de satélite, temos de 1979 para cá. Então, a partir dos dados de satélite, nós já fizemos alguns estudos prévios e já observamos mais de 70 eventos catalogados. Então, de 1999 até agora, ou seja, nos últimos 19 anos, todos os anos nós tivemos problemas de efeito secundário, um ou dois eventos, mas todos os anos a gente teve esse evento. Claro que em alguns anos houve com mais intensidade. Por exemplo, em 2006, o buraco na Antártica foi muito intenso e, aqui, nós tivemos seis eventos em 2006, e cada evento dura de dois a três dias normalmente. Então, chega a massa de ar com pouco ozônio, mistura com a nossa concentração aqui, baixa a concentração de ozônio e aumenta a radiação, e fica dois a três dias com essa concentração baixa até o ozônio conseguir se recuperar. Então, é algo que é extremamente importante, não é pontual de um dia só, são dois a três dias quando acontece. Pode ser ainda que semana que vem venha outro, e na outra venha outro, então esse é o ponto principal, não estamos conseguindo prever. Precisamos estudar a dinâmica da atmosfera, que é muito importante para a gente entender quando o buraco vai liberar essa massa de ar e se essa massa de ar vai chegar aqui ou para onde ela vai. Porque esse projeto não se interessa só com a nossa região do Brasil, ele quer fazer um trabalho para todo o hemisfério. Se a massa está indo para o lado da África, para nós aqui, é importante sabermos para onde está indo esse evento.

*Essa rarefação na camada de ozônio é um processo natural que foi intensificado pela ação humana ou é totalmente feito por conta da produção das SDOs?*

3'22" Ele é totalmente feito pela produção do homem, ele não existia esse buraco. Os dados mostram que não tinha essa redução anterior à década de 1980. Ela começou a aparecer na década de 1980. Antigamente não existia essa rarefação, essa diminuição da concentração de ozônio. Não é um evento natural, é um evento totalmente criado pelo excesso de gases que o homem enviou na atmosfera, e esse excesso de gases que causou essa diminuição – CFCs principalmente – que aumentou a concentração de moléculas com cloro na atmosfera, e essas moléculas com Cloro, devido à situação especial da Antártica, onde a gente tem muito frio, onde a gente tem nuvens na camada de ozônio, que em local nenhum do planeta, a não ser na Antártica e no Ártico, tem nuvens lá na camada de ozônio, então essas nuvens aceleraram o processo de reação química, e aceleraram os processos de destruição, mas quem causou isso é o Cloro, são as moléculas que têm o Cloro na atmosfera. Esse é o nosso problema. Por isso, a grande importância do Protocolo de Montreal. O Protocolo de Montreal regulamentou essas emissões, e com essa regulamentação que a gente conseguiu a redução na emissão, e a partir da redução na emissão, a camada de ozônio está começando a mostrar recuperação, inclusive o buraco está começando a mostrar um início de recuperação. Claro que tudo isso agora está tendo

um perigo para o Protocolo porque houve um aumento das emissões dos CFCs novamente na Ásia. Esse é um ponto que está preocupando muito os cientistas no mundo, porque se continuar essa tendência, vai reverter tudo o que a gente já fez ao longo de 30 anos. Então, isso é extremamente perigoso.

*A senhora poderia fazer um link de qual é a relação do buraco da camada de ozônio com o aquecimento global?*

5'51" A nossa atmosfera é muito dinâmica. Um fenômeno linka com o outro, então, no instante em que a gente muda o equilíbrio do nosso ambiente, da nossa atmosfera, um evento vai influenciar no outro. Por exemplo, o ozônio influencia no aquecimento global, e o aquecimento global também vai influenciar na camada de ozônio. Um dos efeitos que se espera que aconteça em um futuro já próximo. Até agora ainda não medimos essa projeção, mas todas as projeções, todas as simulações mostram, em vários pontos do planeta, que a camada de ozônio na região equatorial irá diminuir, porque o aquecimento global... quando tu tem uma temperatura maior, o ar quente sobe, então se o ar está mais quente, ele vai subir mais rapidamente. No que ele sobe mais rapidamente, ele vai empurrar o ozônio que tem na camada para outras regiões do planeta. Aí tende a diminuir a camada de ozônio sobre a região equatorial. Diminuindo a camada de ozônio, por mínimo que seja essa diminuição em uma região com altíssima radiação ultravioleta como é a região equatorial, nós tendemos a ter uma incidência altíssima de radiação em um lugar que já tem uma radiação muito alta e aí as consequências vão ser extremamente graves, não só para o ser humano, mas para todas as espécies, para a vida em si na região.

*Há alguma parceria entre os países da América do Sul para o estudo desses fenômenos na camada de ozônio e efeitos sobre a região?*

8'01" Nós somos alguns países na América do Sul que fazem pesquisas na área de ozônio. Por exemplo, nós temos o Brasil, temos o Chile, a Argentina, o Equador, Bolívia. Então, temos alguns países que estão desenvolvendo pesquisas nessa área, mas, atualmente, infelizmente, a gente está desenvolvendo pesquisas separadas. Em várias reuniões conjuntas, já pensamos em desenvolver uma rede ou um projeto, um trabalho em conjunto, e eu creio que agora, com esse nosso trabalho com a França, a gente vai convidá-los, a Argentina, o Chile, Equador, Bolívia, tentar convidá-los para nos acompanharem em um projeto maior. Mas atualmente, infelizmente, nós não temos nenhuma pesquisa conjunta. Mas a gente já tivemos algumas campanhas onde houve participação conjunta, mas não foi algo duradouro. A gente gostaria de ter algo duradouro, porque nos nossos países não há um alto investimento em pesquisas nessa área de ozônio, então a gente tem que juntar esforços para melhorar e um poder auxiliar o outro nessa área. Essa é uma das coisas que a gente vai tentar

trabalhar nos próximos anos para convidá-los e tentar participar em conjunto de um trabalho mais duradouro.

*A senhora poderia descrever suas expectativas quanto à recuperação da Camada de Ozônio em virtude de todos esses esforços e as ações de proteção da camada de ozônio no âmbito do Protocolo de Montreal?*

10'23" Na verdade, estamos aguardando um momento, porque temos dois caminhos principais. Um é realmente o Protocolo continuar e nós não tivermos essas emissões extras como estamos tendo agora de CFCs, ou seja, considerando que isso vai parar, eu creio que ainda temos uns 40, 50 anos de problemas na Antártica, e, conseqüentemente, de conseqüências ao longo de todo o hemisfério sul. Para a região do Ártico, não vai tanto, não vai até 50, 60 anos, talvez uma ou duas décadas de menos tempo, porque lá o buraco é menor. Já se nós tivermos o cenário de voltar a ter emissões de CFCs, aí as conseqüências vão ser gravíssimas. Vamos voltar a ter, no futuro, o buraco mais intenso e aí é impossível dizer quanto tempo será necessário para sua recuperação, mas isso só tratando da camada de ozônio. Agora, se trabalharmos com o aquecimento global, se levamos em conta esse aumento de emissões como um todo...

7844 0' de metano e outros gases, não só dos CFCs, onde nós vamos ter um aumento de temperatura no planeta, isso sim vai causar conseqüências bem mais sérias, ou tão sérias quanto, e aí podemos ver essa simulação que a gente tem feito de que vai haver diminuição da camada de ozônio na região equatorial. Se nós continuarmos com essas emissões, isso vai ser praticamente certo, e aí sim, vai ser bem mais sério, temos uma projeção de aumento de radiação ultravioleta bem forte. Então, nesse caso vai ser bem mais perigoso e precisamos evitar isso, precisamos tentar não chegar nesse ponto. Eu acho que o primeiro ponto importante é o mundo agora, talvez o nosso maior paradigma agora é mudar as tecnologias. As nossas tecnologias atuais, toda, é baseada em combustão. Então, a gente tem combustão para ligar o motor, para movimentar um carro, na indústria, para gerar o vapor e poder trabalhar, até na nossa casa, temos combustão para cozinhar. E a combustão, por mais completa e eficiente que seja, vai liberar CO<sub>2</sub> na atmosfera. Nós temos que parar a combustão. O uso dessas tecnologias baseadas em combustão tem que parar, temos que trocar a nossa matriz tecnológica, nossa matriz energética. Isso é o ponto mais importante para o futuro. Talvez, o nosso maior desafio da nossa geração para podermos trabalhar um planeta melhor para as gerações futuras é esse: tentar diminuir as emissões, não só as emissões dos gases de efeito estufa, mas as emissões de CFCs, dos gases relacionados com os compostos de cloro, temos que diminuir como um todo as emissões para a atmosfera, temos que diminuir como um todo as emissões para os rios, os nossos resíduos sólidos. Essa é a nossa pegada no planeta, um dos principais pontos que temos que reduzir.

E é um paradigma difícil, porque a nossa geração estava acostumada com uma coisa e agora vemos que não podemos mais seguir naquele caminho. A gente precisa modificar, então tem que fazer uma modificação. Agora como, a gente tem que trabalhar dia a dia. Tem muita gente que diz que não tem o que fazer, não tem como prevenir o problema na camada de ozônio. Tem sim, é só não usar produtos que tenham substâncias que vão destruir o ozônio, então tem como a gente fazer no nosso dia a dia alguns pontos. Evita usar o carro para não emitir tanto CO<sub>2</sub>, por exemplo, então tem que ter uma melhoria de condições. Podemos fazer uma série de coisas, só temos que mudar as atitudes.

*Como a emissão de gases na Ásia pode afetar a atmosfera aqui no Brasil? Qual é a importância de um esforço global conjunto para que seja resolvido esse problema?*

3'47" Os gases que houve a detecção de aumento na Ásia são os CFCs. Esses gases têm um tempo de resistência na atmosfera de cerca de 100 anos, ou seja, dá tempo de esses gases subirem até a estratosfera, esse tempo de residência consegue misturar globalmente, através dos movimentos normais da atmosfera, e aí eles podem subir até a estratosfera. Na estratosfera, a carga de radiação, como é onde está a camada de ozônio, ela ainda não filtrou a radiação, então esses gases vão receber uma radiação muito mais alta, ao receber essa radiação, vão quebrar a molécula e liberar o cloro, que é o que já acontecia antigamente, vai continuar acontecendo, só que se aumentarmos a quantidade dos gases novamente, vai aumentar de novo a quantidade de cloro na estratosfera, e aí, de novo, vai começar uma diminuição na camada de ozônio. Esse é o maior perigo para isso. Pegou de surpresa toda a comunidade científica internacional esse aumento dessa emissão, essa detecção de aumento da emissão. Então, esses gases já tinham sido banidos pelo Protocolo, já não estavam sendo usados em lugar nenhum do planeta, aí de repente aumento essa emissão novamente. Então isso tem que frear, porque é extremamente perigosa essa emissão a mais.

## **Entrevista - Bibiana Culau Lopes**

### **UFSM**

*Você pode comentar sobre a sua trajetória acadêmica com o desenvolvimento de pesquisas sobre a camada de ozônio?*

7855 0'05'' Sou engenheira ambiental formada pela Universidade de Santa Cruz do Sul, tenho mestrado em nanociências e agora, desde 2017, comecei meu doutorado na meteorologia.

*Como foi esse processo até você chegar no estudo do ozônio?*

0'24'' Durante a graduação, eu fiz um trabalho muito bom nessa parte de qualidade do ar, que, de todas as coisas que eu estudei, foi o que mais me chamou a atenção. Eu gostei muito, porque a maior parte dos investimentos na área ambiental fica na parte de recuperação de resíduos e tratamento de afluentes. Essa parte da qualidade do ar sempre foi muito mais interessante para mim. Então, eu tive um período fora do Brasil, eu tive contato com equipamentos, dados e uma pesquisa bem forte nessa área e, quando eu voltei, procurei algo nessa mesma linha, só que, infelizmente, aqui no Brasil, não temos tanto investimento nessa parte, de pesquisa ambiental na parte da qualidade do ar. Então, eu pensei que na meteorologia eu conseguisse desenvolver alguma coisa assim. Então fiz contato com a professora Damaris e comecei a fazer parte do projeto dela nessa parte do ozônio, que tem tudo a ver com a parte ambiental, porque o ozônio, a camada de ozônio é diretamente afetada pelas emissões que são geradas por fontes antropogênicas, então aqui eu consegui trabalhar um pouco com isso.

*Como você vê hoje no Brasil o desenvolvimento de pesquisa na área do ozônio, especialmente dos jovens que estão inseridos em ambientes acadêmicos?*

1'44'' Eu acho que tem uma certa dificuldade justamente pelo que eu encontrei no meu caminho, é um investimento em certas áreas que às vezes não tem tanto, não tem tantos equipamentos talvez, fica difícil desenvolver algum estudo sobre aquilo, mas agora também estamos enfrentando um período bem complicado, que é a falta de investimentos, na verdade, o corte de investimentos que a gente sofre todos os dias na parte da educação e das pesquisas, mas acredito que a gente não possa desistir, acho que quanto maior o número de pesquisadores e alunos tentando pesquisar, a gente mostra como a gente tem força e que a gente quer desenvolver esses trabalhos. Talvez, isso incentive mais os investimentos, tanto por parte do governo como, principalmente, eu acho que de empresas privadas, que elas talvez consigam melhorar seus produtos, consigam ter um bom benefício das pesquisas acadêmicas.

*Como você vê essa cooperação entre universidades de diferentes países e como isso beneficia o desenvolvimento de pesquisas no Brasil?*

2'58" É muito positivo, porque às vezes a gente não tem acesso às tecnologias que podemos conhecer em universidades de fora. Ao mesmo tempo, a gente também pode levar muito conhecimento para eles, a gente pode trazer tecnologias novas de fora para cá, assim como também podemos estar em outro lugar, outro país, conhecendo a cultura e trabalhando, tanto que a gente pode contribuir muito para o nosso país.

*Quais são suas expectativas para o intercâmbio acadêmico, tanto no seu ponto de vista como pesquisadora, quanto das instituições envolvidas?*

3'33" Eu acho que esse seria o ponto principal, ir lá, ter contato com outras tecnologias, melhorar mais o meu trabalho, com o que eles podem nos proporcionar. Depois, quando retornar, quero continuar nessa área acadêmica, tenho intenção de tentar um pós-doutorado e, quem sabe, até atuar em alguma universidade aqui do país e contribuir com esse conhecimento que eu vou ganhar lá.

*Qual a sua expectativa e o que você acredita que seria o ideal para o futuro das pesquisas no Brasil?*

4'09" Eu espero que a gente passe por esse período de turbulência na questão dos investimentos, que os alunos, principalmente, se interessem mais pela área da pesquisa. Em algumas áreas, por exemplo, engenharia, os alunos são sempre focados em buscar indústrias e, às vezes, a gente tem um bom campo de trabalho dentro da universidade mesmo, nos laboratórios, e é uma forma também de ganhar muito conhecimento. Então, se os alunos se interessarem mais em desenvolver essas pesquisas, eu acho que essa área seria muito mais forte no futuro.

*O que você poderia falar para estimular esses alunos a irem para a área de pesquisas?*

4'51" Tentar conhecer. Eu acho que o primeiro passo é entrar no laboratório, conversar com professores, buscar algum projeto que chame a atenção, que seja interessante. Às vezes, a gente não tem tanta afinidade com uma área, mas outra área pode chamar muito mais atenção e não deixa de trabalhar com a sua área fim. E conhecer os projetos, acho que é o principal, conhecer a universidade em que está estudando e tentar investir nessa parte.

*Você pode comentar sobre a pesquisa que você está desenvolvendo, focando nos resultados sobre a radiação?*

7856 0'25" Minha parte do trabalho é focada numa relação entre os efeitos secundários do buraco na camada de ozônio e o aumento da radiação nessa região do sul do Brasil. Então, para fazer isso, teremos que fazer um estudo da variabilidade da incidência da radiação sobre essa região. Temos muitos dados, mas ainda não temos essa parte da análise. Depois iremos linkar com esses eventos secundários para conseguirmos enxergar o que acontece com a radiação quando acontecem esses eventos secundários do buraco da camada de ozônio.

*Por que a radiação é prejudicial?*

1'14" A radiação UV-B é absorvida pelo ozônio na atmosfera. Então, quando tem essa escassez de ozônio, existe uma maior passagem de radiação UV-B pela atmosfera, e essa é a radiação que mais tem efeitos nocivos na saúde, na natureza. Ela é responsável por diversos tipos de câncer de pele, por exemplo, e tem vários efeitos, tanto na natureza quanto na parte dos oceanos, no aquecimento das águas.

## **Entrevista - Gabriela Tecúrio**

### **UFSM**

*No que consiste a pesquisa que você está desenvolvendo e qual foi sua trajetória acadêmica para desenvolvê-la?*

Sou meteorologista e concluí meu mestrado agora em fevereiro, então sou mestre também em meteorologia e, este ano, em 2018, iniciei meus trabalhos no doutorado, trabalhando nessa área do ozônio especificamente. Desde que eu entrei aqui no laboratório com a professora Damaris, a gente vem desenvolvendo trabalhos com relação ao ozônio estratosférico e as suas influências aqui na troposfera.

*O que te interessou a trabalhar com o ozônio?*

0'46" Meu interesse veio quando eu fiz a disciplina com a professora, que ela ministra uma disciplina na graduação, de química na atmosfera, e eu via que tinham poucas pessoas que desenvolviam esse trabalho aqui, poucos colegas, até os meus colegas mais antigos, eram poucos que trabalham mais aqui, o pessoal tende a ir mais para a área de previsão, de instrumentação, coisas mais específicas da meteorologia. Eu

decidi então começar a trabalhar com a professora justamente por isso, para começar a investigar, a ter um conhecimento maior sobre essa área que nem sempre é escolhida pelo pessoal.

*Quais são os principais resultados que vocês já observaram nessas pesquisas?*

1'34" O meu trabalho especificamente é identificar esses eventos de efeitos secundários aqui na região sul do Brasil, principalmente Santa Maria, e o que eu venho trabalhando é linkar o que acontece, o que a gente tem na troposfera quando esses eventos chegam aqui, quais são os sistemas meteorológicos, por exemplo, que atuam durante esses eventos, até para a gente conseguir prever, em um futuro do projeto, como a gente pode identificar esses eventos.

*Esses dados podem ser usados em uma cooperação internacional por outros países ou é um trabalho mais local?*

2'17" Eu acho que é muito importante para a gente conseguir discutir com outras instituições e abrir o leque de opções para trabalhar com outras localidades, acho que é bem válido.

*Como você vê o futuro da pesquisa no Brasil? Parece que tem pouco interesse pelos jovens pesquisadores, principalmente nessa área do ozônio. O que você vê como próximos passos para incentivar os jovens a ir para essa área na pesquisa acadêmica?*

2'43" Eu acredito que essa importância de identificar esses eventos e a importância que tem o ozônio quando a gente tem o buraco de ozônio aqui, de alertar a população o risco dessa alta incidência de radiação sobre a região e conseguir estudar e identificar cada vez mais como ele acontece e suas características, conseguir identificar mais distintamente como acontecem esses eventos.

*O que você pretende fazer após o doutorado, nessa área específica?*

3'29" Ainda não sei, mas acho que, provavelmente, eu siga atuando nessa área. Eu gosto muito. Já estou aqui desde 2012 trabalhando com a professora, desde a graduação, então pretendo seguir, agora com esse período sanduíche na ilha, pretendo abrir mais o meu leque de opções, mas acredito que vou seguir nessa área de ozônio, provavelmente.

*Quanto a esse intercâmbio sanduíche, quais são suas perspectivas acadêmicas? O que você acha que essa experiência vai acrescentar para você e, também, para as instituições envolvidas?*

4'04" Eu acho que vai me acrescentar muita bagagem com relação ao meu estudo, ao meu trabalho. É outra visão de trabalho que eles têm lá, até para sair um pouco da rotina que nós temos aqui. Mas eu acho que é muito válido para os programas, para o nosso programa, especialmente, essa interação com outras universidades e conseguir agregar cada vez mais, internacionalizar mais o nosso programa.