



# fepam em revista

ISSN 1980-797X  
ISSN 1982-2162 *online*

Revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler

VOLUME 12 • 2018/2019



Fundação Estadual de Proteção Ambiental  
Henrique Luis Roessler

**Diretora Presidente**  
Marjorie Kauffmann

**Diretor Técnico**  
Renato das Chagas e Silva

**Diretor Administrativo**  
Almir Azeredo Ramos Junior

**FEPAM em Revista v.12, n.1 e 2, 2018-2019**

Publicação periódica de divulgação técnico-científica da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler – FEPAM, órgão da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul.

**Missão**

Estimular a documentação e a divulgação dos conhecimentos e informações produzidas na Fundação, divulgar estudos nos campos das ciências ambientais e ações de gestão ambiental, contribuindo para a atualização e o fortalecimento do setor ambiental, e o crescimento da consciência ambiental na Sociedade.

**FEPAM em Revista** é editada e organizada inteiramente pela **Comissão Editorial** da FEPAM. Os artigos assinados são de responsabilidade de seus autores.

**Comissão Editorial**

**Coordenadora** Kátia Helena Lipp Nissinen  
**Secretária** Sílvia Maria Jungblut  
Lilian Maria Waquil Ferraro  
Nina Rosa Rodrigues

**Pareceristas ad hoc desta edição**

Arlinda Cezar-Matos (Inst. Venturini), Daniela M. Migliavacca Osório (FEEVALE), Luciano A. Zasso (PUCRS), Márcio D'Avila Vargas (FEPAM), Rafael Volquind (FEPAM), Rosaura Heurich (FEPAM), Rodrigo da R. Andrade (DMAE)

**Projeto gráfico original** Letraria

**Diagramação** Kaéle Finalizando Ideias

**Endereço Eletrônico**

<http://www.fepam.rs.gov.br/fepamemrevista/default.asp>

**Endereço para Correspondência**

FEPAM em Revista - Coordenação da Comissão Editorial  
Rua Borges de Medeiros, 261, sala 707, DILAB, FEPAM, Porto Alegre – RS- CEP 90020-021 - Brasil  
*e-mail:* [comissoeditorial@fepam.rs.gov.br](mailto:comissoeditorial@fepam.rs.gov.br) - Fone: (51) 3288-9534

**Capa**

Kaéle Finalizando Ideias

**Foto da capa**

Campos à Beira do Cânion da Fortaleza, Cambará do Sul - RS, inverno de 2019. Fotografia de Katia H. Lipp Nissinen

Publicação indexada internacionalmente por CAB ABSTRACTS.

Classificação no Sistema Qualis de Periódicos CAPES.

F383 Fepam em Revista: revista da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler / FEPAM. – vol. 1, n.1 (2007) - . Porto Alegre: FEPAM 2007-

Semestral  
ISSN 1980-797X / ISSN 1982-2162 *online*

1. Proteção Ambiental - Periódico 2. Meio Ambiente – Periódico  
I. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler.

## Sumário

<b>EDITORIAL</b> .....	4
<b>ARTIGOS</b> .....	6
<b>Estudo de partículas ultrafinas e de black carbon na atmosfera externa e interna de escola em períodos quente e frio</b> .....	6
<i>Bruna Pinho dos Santos, Nicole Becker Portela, Elba Calessio Teixeira</i>	
<b>Teorias sobre Aquecimento Global e Mudanças Climáticas</b> .....	17
<i>Bruna Krause Corati, Elba Calessio Teixeira e Flávio Wiegand</i>	
<b>Os avanços e desafios da implantação do licenciamento ambiental no âmbito municipal no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil</b> .....	34
<i>Angelita dos Santos, Mônica da Silva e Daiana Mafessoni</i>	
<b>COMUNICAÇÃO TÉCNICA</b> .....	44
<b>Avaliação de cianobactérias em dois corpos hídricos de água doce do estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil</b> .....	44
<i>Nina Rosa Rodrigues e Bruno Johann Savedra da Silva</i>	
<b>RELATO DE EVENTO</b> .....	53
<b>Seminário de iniciação científica apresenta pesquisas desenvolvidas na FEPAM</b> .....	53
<i>Katia Helena Lipp Nissinen e Assessoria de Comunicação SEMA/FEPAM</i>	
<b>RELATO DE EXPERIÊNCIA</b> .....	55
<b>Programa Qualiágua: contrato completa três anos no Rio Grande do Sul</b> .....	55
<i>Andrea Cassia de Melo Machado</i>	
<b>BIBLIOGRAFIA COMENTADA</b> .....	57
<b>FEPAM: raízes, trincheira e farol</b> .....	57
<i>José Alberto Wenzel</i>	
<b>NORMAS PARA PUBLICAÇÃO</b> .....	59

# Editorial

Dentro de seus objetivos, este número de FeR traz temas que refletem questões ambientais de grande relevância na atualidade. O aquecimento global e as mudanças climáticas, por suas repercussões nas atividades produtivas e na qualidade de vida ao redor do nosso Planeta, têm sido alvo de muitas pesquisas e debates mundo afora. Conhecer e refletir sobre estudos, que estão embasando teorias a favor e contra tais fenômenos, se faz oportuno a todos. E especialmente aos que lidam com gestão ambiental. O monitoramento da qualidade ambiental em consonância a uma legislação construída com a participação da sociedade, assim como a adequada qualificação de agentes e órgãos de meio ambiente, dois temas presentes nesta edição, são atualmente alguns dos instrumentos de proteção à vida.

No artigo de revisão aqui publicado - *Teorias sobre Aquecimento Global e Mudanças Climáticas*, são apresentados argumentos científicos que apoiam cada lado da discussão. No entanto, segundo os autores da revisão, nenhuma das teorias deveria ser considerada como verdade absoluta, sendo necessário o estudo de um número bastante amplo de fatores influenciadores do clima terrestre e suas inter-relações. À parte ao debate, há que se praticar atitudes voltadas à redução do impacto humano no clima e implementar políticas públicas que visem, por exemplo, a contenção da emissão de gases de efeito estufa.

Dados publicados internacionalmente apontam para a necessidade de maior atenção e controle da poluição atmosférica. A Organização Mundial de Saúde apresentou, em relatório de outubro de 2018, evidências de que 93% das crianças do mundo respiram ar com poluentes tóxicos diariamente. Cerca de 1,8 bilhões de crianças respiram um ar tão poluído que afetam sua saúde e colocam em risco o seu desenvolvimento. Em outro amplo relatório, publicado em março de 2019 pelas Nações Unidas, cientistas demonstram que a poluição do ar apresenta-se como o maior risco ambiental à saúde, causando mais de seis milhões de mortes prematuras por ano e gastos em saúde e previdência pública na ordem de cinco trilhões de dólares americanos (ca. 17 trilhões de reais), com um aumento de 11% nas mortes relacionadas entre 2010 e 2016.

Enfocando essa problemática, o artigo *Estudo de partículas ultrafinas e de black carbon na atmosfera externa e interna de escola em períodos quente e frio*, publicado na presente edição, traz como contribuição um estudo realizado na FEPAM sobre a qualidade do ar a que crianças estão expostas diariamente. Segundo os autores, os poluentes analisados apresentaram-se em maiores concentrações no lado externo de uma escola em área urbana, estando mais relacionados às emissões veiculares. Esses e os demais resultados apresentados são bastante relevantes, já que crianças, por terem maiores taxas de respiração, são mais propícias a sofrerem danos à saúde por influência de poluentes atmosféricos.

Ressaltando-se que é no terreno dos municípios que ocorrem todas as ações, cujos impactos positivos ou negativos estão relacionados a diversas políticas públicas, o artigo *Os avanços e desafios da implantação do licenciamento ambiental no âmbito municipal no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil* traz avaliações e reflexões. Baseado em percepções dos agentes públicos entrevistados e observações das autoras, o artigo indica objetivos que têm sido alcançados naqueles municípios e discute meios para a superação de entraves à gestão ambiental.

A Comunicação Técnica *Avaliação de cianobactérias em dois corpos hídricos de água doce do estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil* apresenta dados do monitoramento da qualidade da água realizado pelo Serviço de Análises Biológicas da Divisão de Laboratórios da FEPAM. O estudo avaliou a densidade desses microorganismos potencialmente tóxicos em pontos do rio Gravataí e na Lagoa do Peixoto. A presença de cianobactérias, em densidades acima dos limites da legislação ambiental, evidenciou a deterioração na qualidade hídrica e potencial risco sanitário. O estudo possibilitou a sinalização preventiva do risco à população local, por parte da FEPAM.

A revista traz também relatos, resenhas e notícias que divulgam ações realizadas pela FEPAM, às vésperas de completar trinta anos.

Desejando a todos uma proveitosa leitura, aguardamos contribuições e opiniões.

***Comissão Editorial da FEPAM***

# ARTIGOS

## Estudo de partículas ultrafinas e de black carbon na atmosfera externa e interna de escola em períodos quente e frio

Bruna Pinho dos Santos<sup>1,2</sup>, Nicole Becker Portela<sup>3</sup> e Elba Calesso Teixeira<sup>1,3,\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Pesquisa e Análises Laboratoriais, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – FEPAM, Av. Borges de Medeiros, 261, Porto Alegre, RS, CEP 90020-021, Brasil; e-mails: brunapinhods@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Av. Bento Gonçalves, 9500, Porto Alegre, RS, CEP 90900-001; portelanicole@hotmail.com.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto – PPGSR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Av. Bento Gonçalves 9500, Prédio 44202, Setor 5, Porto Alegre, RS, CEP 91501-970; ecalessoteixeira@gmail.com. \*Autora para correspondência.

---

### RESUMO

As partículas ultrafinas (UFP) e o *black carbon* (BC) são poluentes atmosféricos que contribuem para o aumento e intensificação das doenças respiratórias, doenças pulmonares e cardíacas. As crianças por terem menores órgãos e maior taxa de respiração sofrem maior influência destes poluentes, e assim, este trabalho tem como objetivo estudar a qualidade do ar *indoor* e *outdoor* de uma escola da Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA, localizada em Canoas, onde as crianças estiveram expostas aos poluentes durante o período escolar e comparar os níveis entre os sítios. A amostragem de UFP e BC ocorreu de julho a dezembro de 2016, quinzenalmente, utilizando também dados meteorológicos de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar. Os resultados apontam que em *outdoor* a escola apresentou maiores concentrações médias de BC e UFP, onde os níveis máximos ocorreram nas horas de *rush*, quando ocorrem maiores índices de emissões veiculares. As partículas que se encontram em *indoor* são facilmente transportadas de *outdoor* e tem dispersão dificultada em dias frios e com menor velocidade do vento.

**Palavras-chave:** black carbon, escola infantil, indoor, outdoor, partículas ultrafinas, poluição veicular.

### Study of ultrafine particles and black carbon in outdoor e indoor school atmosphere in warm and cold periods

### ABSTRACT

Ultrafine particles (UFP) and black carbon (BC) are atmospheric pollutants that contribute to the increase and intensification of respiratory, pulmonary and cardiac diseases. Children, because they have smaller organs and higher respiratory rates, are more influenced by these pollutants. Therefore, this paper aims to study the internal and external air quality of a school in the Metropolitan Region of Porto Alegre - MAPA, located in Canoas, where children were exposed to pollutants during the school period and compare levels between both sites. The UFP and BC sampling period took place from July to December of 2016, in addition to that, meteorological data of air temperature, relative humidity, wind speed and solar radiation were taken

in consideration as well. The results indicate that in outdoor had higher mean concentrations of BC and UFP and that the maximum levels occurred during rush hours, when the highest vehicle emissions rates occurred. Moreover, the particles indoor are easily transported from outdoor and have their dispersion hampered on cold days and with lower wind speed.

**Key-words:** black carbon, children's school, indoor, outdoor, ultrafine particles, vehicular pollution.

---

## Introdução

As partículas ultrafinas – UFP atmosféricas e o *black carbon* – BC estão entre as principais causas de problemas respiratórios nos grandes centros urbanos. As UFP são partículas menores que 1000 nm (DTG, 2017) e derivam principalmente de fontes antropogênicas nas áreas urbanas (Morawska *et al.*, 2008), sendo essas pelas emissões veiculares na queima de combustíveis fósseis como o diesel e a gasolina, que contribuem com até 86% das concentrações do seu número total (Kumar *et al.*, 2010). O BC, que compõe uma fração significativa do material particulado fino atmosférico e é componente da fuligem, é formado na combustão incompleta de biocombustíveis, biomassa e combustíveis fósseis e é considerado o segundo maior contribuinte para o aquecimento global, atrás apenas do dióxido de carbono, devido ao aquecimento que causa na atmosfera ao absorver calor e reduzir a capacidade de refletir a luz solar da Terra quando depositado na neve e no gelo (EEA, 2013). Estas frações de partícula, por apresentarem diâmetro na faixa de nanômetros, se acumulam e depositam mais facilmente no trato respiratório, podendo também ser infiltradas no organismo por meio da pele, aparelho gastrointestinal ou até mesmo penetrar nas células epiteliais e se acumular nos gânglios linfáticos (Rivas *et al.*, 2014; Salthammer *et al.*, 2016). Desta forma, sua compreensão é importante para a saúde infantil, pois as mesmas têm órgãos menores e taxa de respiração maior, em comparação aos adultos. Ademais, suas propriedades cancerígenas e influência em problemas cardiovasculares podem até mesmo prejudicar o desempenho escolar e cognitivo das crianças (Salthammer *et al.*, 2016; Sunyer *et al.*, 2015). Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo estudar as concentrações de UFP e *black carbon* em períodos quente e frio na sala de aula – CAI (Canoas *indoor*) e no portão de acesso – CAO (Canoas *outdoor*) em uma escola privada do município de Canoas – RS, assim como correlacionar estes parâmetros com dados meteorológicos (temperatura do ar, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento).

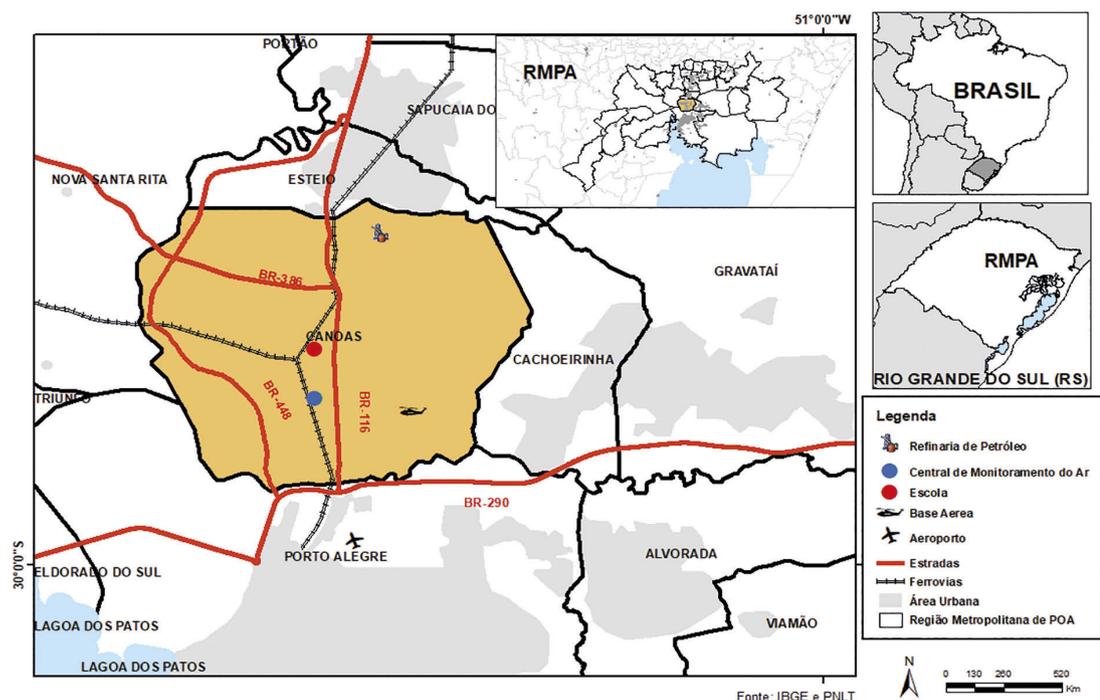
## Materiais e Métodos

### Área de estudo

A área de estudo abrange o município de Canoas, situada na Região Metropolitana de Porto Alegre, com população estimada em 344.957 habitantes e área da unidade territorial de 131.096 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018). Sua densidade populacional é de 2.631 habitantes/km<sup>2</sup> e apresenta taxa de urbanização de 100% (IBGE, 2016). Estima-se que o município tenha 196.660 veículos automotores circulan-

tes, representando 1,75 habitantes por veículo (IBGE, 2016). A **Figura 1** mostra Mapa de localização dos sítios de amostragem no Município de Canoas.

A escola, localizada no bairro Central (latitude 29°55'0,05" S e longitude 51°10'56,4" O), é altamente influenciada pelo tráfego veicular por estar próxima de avenidas, estação de trem, da BR-116/RS e outras vias importantes da Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA. Os dados meteorológicos de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e radiação solar foram obtidos da Central de Monitoramento de Qualidade do ar da FEPAM, localizada a 1,5km de distância ao sul da escola.



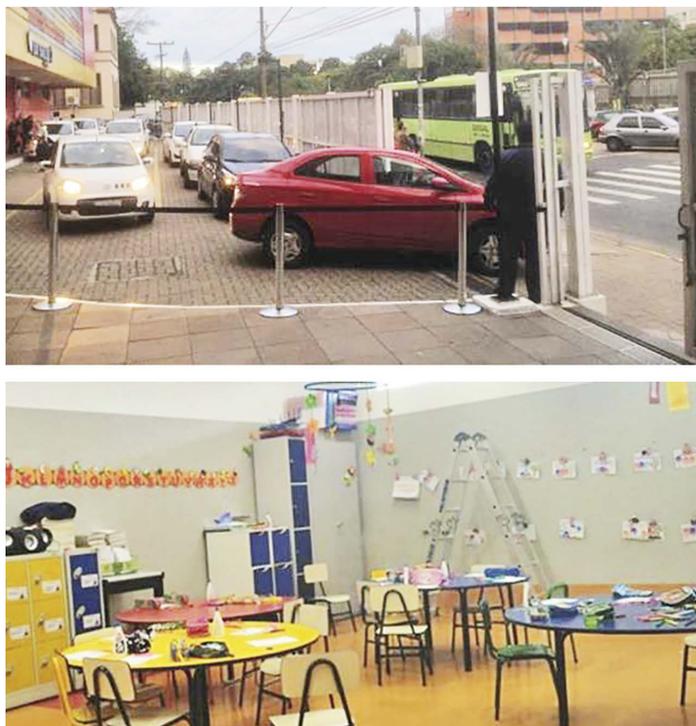
**Figura 1** – Mapa de localização dos sítios de amostragem na Região Metropolitana de Porto Alegre.



**Figura 2** – Imagem aérea da escola com a distância das vias próximas.

## Amostragem e análise

As amostragens de UFP e BC foram realizadas entre junho e dezembro de 2016, abrangendo os períodos frio e quente. O tempo de amostragem foi alinhado com o período letivo diário da escola, ocorrendo das 7h às 19h (12h por dia), sendo a frequência amostral de duas em duas semanas, totalizando 11 campanhas, no ambiente *indoor* (sala de aula) e ambiente *outdoor* (portão de acesso) da escola (**Figuras 3 e 4**, respectivamente).



**Figuras 3 e 4** – Área *outdoor* e *indoor*, respectivamente, onde foram feitas as coletas.

A medição de UFP foi realizada com o equipamento portátil NanoScan SMPS Nanoparticle Sizer modelo 3910 (TSI Inc. Manufacturer), que considera as partículas entre 10 e 420 nm, com frequência de medição de 1 minuto (**Figura 5**).



**Figura 5** – Nanoscan SMPS portátil, modelo 3910.

Para a medição das concentrações de BC, utilizou-se o aparelho aetalômetro portátil microAeth® modelo AE51 (**Figura 6**) que lê os níveis de *black carbon* em tempo real, e armazena as concentrações em sua memória, com frequência de 60 segundos e vazão de amostragem de 150 mL/min. O AE51 considera uma partícula de BC < 2,5 µm.



**Figura 6** – Aparelho aetalômetro portátil microAeth® modelo AE51.

Os equipamentos para medição dos poluentes foram instalados entre 1 e 1,2 metros, altura equivalente a face dos alunos, de forma a representar a entrada do ar pelo sistema respiratório das crianças.

O ambiente *indoor* possui uma janela basculante situada no fundo da sala há 2 metros de altura, a qual está direcionada para as fontes veiculares externas (Avenidas, trem, BR-116/RS e RMPA). A janela foi alternada entre aberta e fechada durante a amostragem. Não foi considerado uma variável o uso de ar-condicionado, assim como, não há ventilador na sala de aula.

Os resultados das medições de UFP, BC e de dados meteorológicos foram submetidos a cálculos de médias horárias para cada local pelo software Microsoft Excel. As correlações de Spearman entre poluentes e variáveis meteorológicas foram realizadas aplicando as médias horárias para cada local pelo software IBM SPSS Statistics 20.

## Resultados e Discussão

### Concentrações médias

A **Tabela 1**, mostra dos resultados obtidos para concentração média *indoor* e *outdoor* para o sítio Canoas. A concentração em número média de UFP no perí-

<b>Tabela 1</b> – Estatística descritiva e razão média <i>indoor</i> e <i>outdoor</i> (I/O) de BC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e UFP ( $\#/\text{cm}^3$ ) na escola.						
Poluente	Sítio	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Razão (I/O) Média
BC	<i>Indoor</i>	3,55	2,32	0,45	14,05	<b>0,58</b>
	<i>Outdoor</i>	5,96	3,82	1,25	22,36	
UFP	<i>Indoor</i>	$2,60 \times 10^4$	$1,51 \times 10^4$	$1,45 \times 10^3$	$7,03 \times 10^4$	0,43
	<i>Outdoor</i>	$6,03 \times 10^4$	$2,64 \times 10^4$	$5,64 \times 10^3$	$1,65 \times 10^4$	

Horário de amostragem: 7-19h.

odo de junho a dezembro foi de  $\#/cm^3$  na área interna e  $\#/cm^3$  na área externa. Isto representa que, em média, no portão de acesso os níveis de UFP são 132% maiores do que na sala de aula. Os picos de UFP no portão de acesso ocorreram nas horas de rush (entre as 8 e 10h e após as 18h), devido ao alto nível de emissões veiculares (Agudelo-Castañeda *et al.*, 2013; Kumar *et al.*, 2014; Morawska *et al.*, 2008; Reche *et al.*, 2011; Schneider *et al.*, 2015), com a formação de partículas primárias (modo acumulação), que ocorrem no motor e no tubo de escape dos veículos. Apenas uma parte das UFP geradas na área externa foi transportada para a sala de aula, além de que existem fontes internas de partículas originadas por condensação de compostos orgânicos voláteis e reações fotoquímicas através de processos de nucleação na formação de partículas secundárias (modo nucleação) (Kumar *et al.*, 2014; Morawska *et al.*, 2008). Já para BC, as concentrações médias no mesmo período foram de  $3,55 \mu g/m^3$  para o ambiente *indoor*, enquanto que o resultado para o ambiente *outdoor* foi de  $5,96 \mu g/m^3$ . Isso significa que o nível de *black carbon* registrado foi aproximadamente 1,7 vezes menor para o sítio *indoor* em relação ao *outdoor*. Isso se dá, pois a escola de Canoas está diretamente exposta às emissões veiculares originadas na rodovia federal BR-116/RS, localizada a 400 metros a Leste da escola, e a Avenida Vitor Barreto, localizada a menos de 5 metros de distância. Também há a influência do grande número de edifícios próximos ao local, que combinado com fatores atmosféricos, resultam na limitação da troca de ar, reduzindo a dispersão de poluentes (Kumar *et al.*, 2014). Além disso, em Canoas, as emissões de vans escolares movidas a diesel e o alto fluxo de veículos particulares de pais dos alunos no início e fim das aulas contribuem para as grandes concentrações de BC no portal de acesso à escola. As altas concentrações associadas à direção do vento, que tem origem sudeste, segundo as normas climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), fazem com que UFP e BC gerados nas vias de tráfego sejam transportados pelo vento até a escola de Canoas, degradando a qualidade do ar *outdoor* e *indoor*.

### Razões *Indoor/Outdoor*

Além da estatística descritiva, a Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para as razões médias *indoor* e *outdoor* para o sítio Canoas. A razão média encontrada de *black carbon* na escola de foi de  $I/O = 0,58$ . Isso evidencia que a concentração de BC é atribuída às emissões de escape de veículos na queima de combustíveis fósseis, tendo assim, uma fonte constante e bem definida. Como não há fontes significativas de BC dentro da sala de aula, a concentração *indoor* refere-se ao BC que é emitido do ambiente *outdoor* e acaba sendo transportado ao ambiente *indoor*, uma vez que os prédios proporcionam pouca proteção contra o poluente. Da mesma forma, a razão média menor do que 1, ( $I/O = 0,43$ ) foi verificada para as partículas ultrafinas, indicando que as emissões mais significativas de UFP são originárias do ambiente *outdoor*, que, provavelmente, se infiltram no ambiente *indoor* através das aberturas de janelas e portas.

## Período quente e frio

A **Tabela 2** mostra a concentração média *indoor* e *outdoor* de UFP para dias quentes e frios. Estes dados revelam que na sala de aula a concentração de partículas ultrafinas foi 60% maior no período quente em relação ao período frio, podendo ser explicado que pela maior incidência de radiação solar, que provoca o aumento de formação de partículas secundárias na atmosfera (Kumar *et al.*, 2014), acarretando infiltração para o ambiente *indoor*. No entanto, na área externa a concentração de UFP foi 26% maior no período frio, uma vez que os efeitos naturais de formação de partículas são mascarados devido a intensa emissão de partículas pelo tráfego veicular que ocorrem no motor e no tubo de escape dos veículos e formam partículas primárias (modo acumulação). Em Canoas, fatores como a existência de edifícios e as condições meteorológicas, limitam a troca de ar, assim, reduzindo a dispersão dos poluentes (Kumar *et al.*, 2014). Em CAO e CAI, os níveis de *black carbon* no período frio foram, respectivamente, 47% e 30% mais elevados em relação ao período quente. Isso ocorre da mesma forma que com as UFP, onde a direção do vento e a redução da camada limite atmosférica no inverno limitam a dispersão dos aerossóis de BC, quando associados ao intenso tráfego de veículos automotores (Cetesb, 2019).

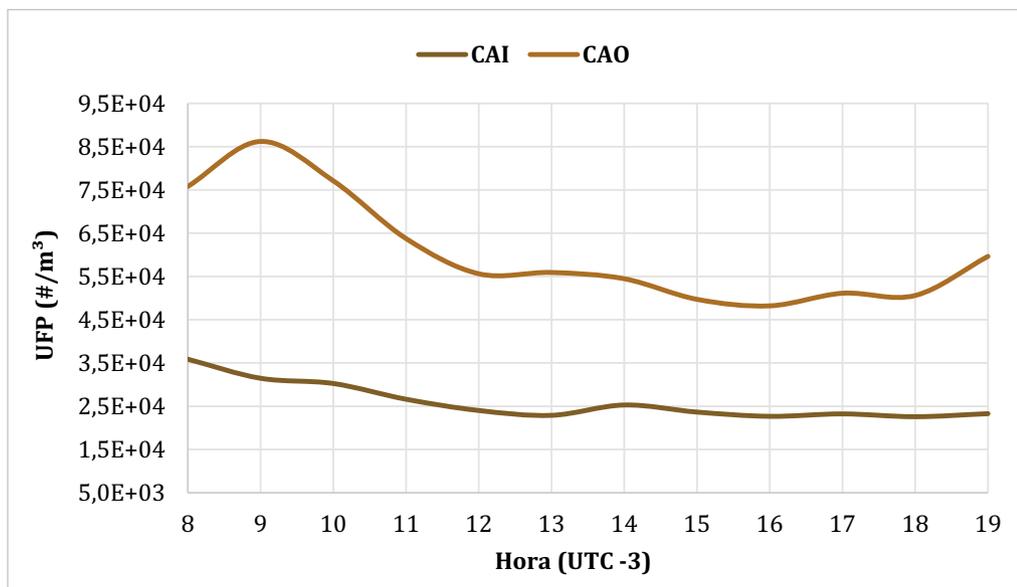
**Tabela 2** – Concentração média *indoor* e *outdoor* de UFP ( $\#/cm^3$ ) e BC ( $\mu g/m^3$ ) na escola nos períodos frio e quente.

Sítio	Período	UFP ( $\#/cm^3$ )	BC ( $\mu g/m^3$ )
<i>Indoor</i>	Frio	$2,28 \times 10^4$	3,7
	Quente	$3,63 \times 10^4$	2,9
<i>Outdoor</i>	Frio	$6,06 \times 10^4$	6,6
	Quente	$4,80 \times 10^4$	4,4

Horário de amostragem: 7-19h.

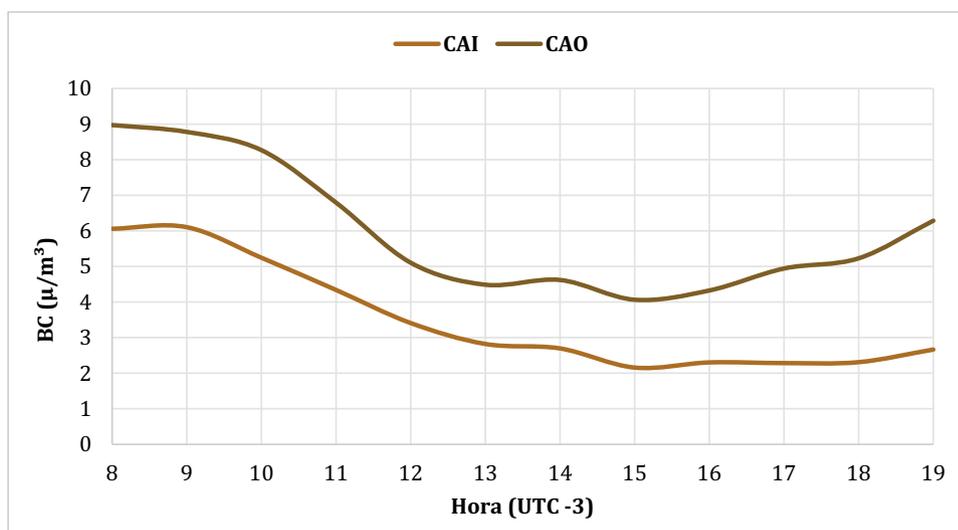
## Variação das concentrações durante os horários de aula

A **Figura 7** compara os níveis de UFP<sub>10-420nm</sub> entre os sítios estudados. As maiores concentrações de UFP foram obtidas nas horas de *rush*, no portão de acesso, com picos próximos às 9 horas e às 19 horas, originados principalmente pela queima de combustível de veículos automotores (Schneider *et al.*, 2015). O transporte de partículas geradas no ambiente *outdoor* para o *indoor* (Rivas *et al.*, 2014; Salthammer *et al.*, 2016), se dá por meio de aspectos físicos, pois as partículas mais leves se movimentam por falta da ação gravitacional em associação com os fatores meteorológicos. No entanto, os picos de UFP *indoor* não coincidem com os obtidos *outdoor*, pois a troca de ar *outdoor* à *indoor* pode gerar mudanças nas características das UFP encontradas no ar *indoor*. Além disso, existem fontes *indoor* (Rivas *et al.*, 2015) de partículas originadas por compostos orgânicos voláteis e reações fotoquímicas (Reche *et al.*, 2011; Schlink *et al.*, 2016).



**Figura 7** – Comparação dos níveis de UFP<sub>10-420nm</sub> entre os sítios de Canoas *Indoor* (CAI) e Canoas *Outdoor* (CAO).

A **Figura 8** apresenta a comparação dos níveis de BC entre os sítios estudados. De forma análoga, os picos de BC ocorrem nas horas de *rush*, entre 7h e 10h e após as 17h. Além do intenso tráfego de veículos no local, também há a influência da circulação de ônibus na estação rodoviária central, que é próxima à escola. Também assim, o pico correspondente ao horário de entrada dos alunos, entre 13h e 14h, é justificado pela entrada dos pais com seus carros ao pátio da escola. Diferente do comportamento dos picos das partículas ultrafinas, o BC apresenta picos semelhantes para o ambiente *outdoor* e *indoor*, evidenciando a fácil entrada das partículas para dentro das salas de aula (Reche *et al.*, 2015; Rivas *et al.*, 2014).



**Figura 8** – Comparação dos níveis de BC o sítio de Canoas *Indoor* (CAI) e Canoas *Outdoor* (CAO).

## Correlações

A **Tabela 4** mostra os resultados das correlações de Spearman entre poluentes e parâmetros meteorológicos em ambientes *indoor* e *outdoor* para o local estudado.

<b>Tabela 4 – Correlação de Spearman entre os poluentes medidos na escola e parâmetros meteorológicos.</b>					
Poluente	Sítio	Temp.	UR	Rad.	Vel. Vento
UFP	<i>Indoor</i>	-0,06	-0,15*	0,04	-0,21**
	<i>Outdoor</i>	-0,33**	0,14*	-0,14*	-0,39**
BC	<i>Indoor</i>	-0,32**	0,33**	-0,25**	-0,60**
	<i>Outdoor</i>	-0,20**	0,37**	-0,29**	-0,39**

\* valor-p < 0,05; \*\* valor-p < 0,01

As correlações entre partículas com temperatura e radiação solar foram negativas para o ambiente *outdoor*, contrariando outros estudos que reportam a formação de partículas secundárias através de nucleação fotoquímica quando a temperatura e a radiação solar são elevadas (Agudelo-Castañeda *et al.*, 2013; Morawska *et al.*, 2008). Neste estudo, a correlação inversa pode ser explicada pela intensa emissão de partículas originárias do tráfego veicular nos horários de pico, o que mascara os fenômenos naturais que ocorrem nas horas centrais do dia (período das 10h às 16h). No ambiente *indoor*, a correlação inversa (-0,15\*) de partículas com a umidade relativa pode ser explicada pela dissolução das partículas em gotas de água ou pela coagulação de gotículas nas partículas, facilitando a remoção por processos embaixo da nuvem ou (na) nuvem (Agudelo-Castañeda *et al.*, 2013). No ambiente *outdoor* a correlação foi positiva, o que pode ser explicado por outros estudos também realizados em ruas movimentadas, onde partículas menores que 40 nm são influenciadas pela umidade relativa nas primeiras horas da manhã, resultando em altas concentrações durante os períodos de umidade mais alta (Morawska *et al.*, 2008; Olivares *et al.*, 2007). A velocidade dos ventos, com as partículas, apresentou correlação negativa para o ambiente *outdoor* (-0,39\*\*) e *indoor* (-0,21\*\*). Isto se deve ao aumento da velocidade dos ventos ocorrer nas horas centrais do dia, especialmente no verão, associado ao acréscimo da camada limite atmosférica (Morawska *et al.*, 2008). Além disso, esse aumento da velocidade dos ventos e da camada limite afeta a dispersão e a diluição das partículas (Agudelo-Castañeda *et al.*, 2013; Morawska *et al.*, 2008). A velocidade do vento também aumenta a ressuspensão (Morawska *et al.*, 2008), que pode refletir sobre resultados de correlação discrepantes.

## Conclusão

Os dados de UFP e BC foram obtidos realizando amostragem em tempo real em ambiente *outdoor* e *indoor* em uma escola localizada na área urbana de Canoas na RMPA, no período de julho a dezembro de 2016, ao longo de 11 campanhas

quinzenais. A concentração média de UFP no ambiente *outdoor* foi mais elevada do que no ambiente *indoor*, onde picos de UFP foram verificados no sítio do portão de acesso da escola, nas horas de *rush* (entre as 8 e 10h e após as 18h), devido ao alto nível de emissões veiculares. As concentrações médias horárias de BC mostraram que os picos em ambiente *indoor* coincidem com os picos *outdoor*.

Em ambos os casos, os resultados de concentrações de UFP e BC revelaram a infiltração destes poluentes do ambiente *outdoor* para as salas de aula. Além da transferência para o interior originárias de fontes primárias (fontes veiculares), os níveis nas salas de aula também são afetados pela formação de novas partículas internas (secundárias).

As razões médias de BC e UFP foram menores que 1 em ambos os sítios estudados, sugerindo, desta forma, que os níveis de *black carbon* e partículas ultrafinas são mais elevados no ambiente *outdoor* da escola em decorrência da sua exposição direta às emissões veiculares. Estes poluentes, dependendo das concentrações e do tempo de exposição, podem representar uma ameaça à saúde das crianças. As UFP e BC apresentaram concentrações mais elevadas em dias frios, pois há menor velocidade dos ventos, de forma que também ocorra a redução da dispersão dos poluentes.

As correlações mostraram, em geral, que o BC tem uma relação linear com os parâmetros meteorológicos entre os sítios estudados, e sua formação ocorre principalmente em ambiente *outdoor* por fontes veiculares. No entanto, as concentrações de UFP podem ser originárias de fontes primárias e formadas por processos secundários.

O estudo foi de grande importância, por permitir avaliar a concentração de partículas ultrafinas e BC de ambientes *indoor* e *outdoor* de escola localizada em centro urbano, onde as crianças são expostas diretamente a estes poluentes e têm maior propensão a sofrerem com os malefícios da poluição veicular. Assim, o conhecimento parcial da área de estudo permite fornecer subsídios para outras pesquisas mais amplas, e para outras escolas, com a finalidade de minimizar os problemas ambientais gerados, principalmente pela emissão de fontes primárias.

## Agradecimentos

Ao CNPq pelo suporte financeiro e ao Departamento de Qualidade do Ar - FEPAM pelo apoio técnico.

## Referências Bibliográficas

AGUDELO-CASTAÑEDA, D. M.; TEIXEIRA, E. C.; ROLIM, S. B. A.; PEREIRA, F. N.; WIEGAND, F. Measurement of particle number and related pollutant concentrations in an urban area in South Brazil. *Atmospheric Environment*, v. 70, p. 254-262, 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>> Acesso em: 2019.

DIESELNET TECHNOLOGY GUIDE. **Diesel Exhaust Particle Size**. Disponível em: <[https://www.dieselnet.com/tech/dpm\\_size.php](https://www.dieselnet.com/tech/dpm_size.php)>. Acesso em: 2017.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Air quality in Europe**. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/>> Acesso em: 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em: 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em: 2018.

KUMAR, P.; MORAWSKA, L.; BIRMILI, W.; PAASONEN, P.; HU, M.; KULMALA, M.; HARRISON, R. M.; NORFORD, L.; BRITTER, R. Ultrafine particle in cities. **Environment international**, v. 66, p.1-10, 2014.

KUMAR, P.; ROBINS, A.; VARDOULAKIS, S.; BRITTER, R. A review of the characteristics of nanoparticles in the urban atmosphere and the prospects for developing regulatory controls. **Atmospheric Environment**, v. 44, p. 5035-5052, 2010.

MORAWSKA, L.; RISTOVSKI, Z.; JAYARATNE, D. U. K.; LING, X. Ambient nano and ultrafine particles from motor vehicle emissions: Characteristics, ambient processing and implications on human exposure. **Atmospheric Environment**, v. 42, p. 8113-8138, 2008.

OLIVARES, G., JOHANSSON, C., STROM, J., HASSON, H.-C. The role of ambient temperature for particle number concentrations in a street canyon. **Atmospheric Environment**, v. 41, p. 2145-2155, 2007.

RECHE, C.; QUEROL, X.; ALASTUEY, A.; VIANA, M.; PEY, J.; MORENO, T.; RODRIGUEZ, S.; GONZALÉZ, Y.; FERNÁNDEZ-CAMACHO, R.; SANCHEZ DE LA CAMPA, A. M.; DE LA ROSA, J.; DALL'OSTO, M.; PRÉVÔT, A. S. H.; HUEGLIN, C.; HARRISON, R. M.; QUINCEY, P. New considerations for PM, Black Carbon and particle number concentration for air quality monitoring across different European cities. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 11, p. 6207-6227, 2011.

RECHE, C.; RIVAS, I.; PANDOLFI, M.; VIANA, M.; BOUSO, L.; ÀLVAREZ-PEDREROL, M.; ALASTUEY, A.; SUNYER, J.; QUEROL, X. Real-time indoor and outdoor measurements of black carbon at primary schools. **Atmospheric Environment**, v. 120, p. 417-426, 2015.

RIVAS, I.; VIANA, M.; MORENO, T.; PANDOLFI, M.; AMATO, F.; RECHE, C.; BOUSO, L.; ÀLVAREZ-PEDREROL, M.; ALASTUEY, A.; SUNYER, J.; QUEROL, X. Child exposure to indoor and outdoor air pollutants in schools in Barcelona, Spain. **Environment International**, v. 69, p. 200-212, 2014.

RIVAS, I.; VIANA, M.; MORENO, T.; PANDOLFI, M.; BOUSO, L.; PANDOLFI, M.; ÀLVAREZ-PEDREROL, M.; FORNS, J.; ALASTUEY, A.; SUNYER, J.; QUEROL, X. Outdoor infiltration and indoor contribution of UFP and BC, OC, secondary inorganic ions and metals in PM<sub>2,5</sub> in schools. **Atmospheric Environment**, v. 106, p. 129-138, 2015.

SALTHAMMER, T.; UHDE, E.; SCHRIPP, T.; SCHIEWECK, A.; MORAWSKA, L.; MAZAHERI, M.; CLIFFORD, S.; HE, C.; BUONANNO, G.; QUEROL, X.; VIANA, M.; KUMAR, P. Children's well-being at schools: impact of climatic conditions and air pollution. **Environment International**, v. 94, p. 196-210, 2016.

SCHLINK, U.; RÖDER, S.; KOHAJDA, T.; WISSENBACH, D. K.; FRANCK, U.; LEHMANN, I. A framework to interpret passively sampled indoor-air VOC concentrations in health studies. **Building and Environment**, v. 105, p. 198-209, 2016.

SCHNEIDER, I. L.; TEIXEIRA, E. C.; OLIVEIRA, L. F. S.; WIEGAND, F. Atmospheric particle number concentration and size distribution in a traffic-impacted area. **Atmospheric Pollution Research**, v. 6, p. 877-885, 2015.

SUNYER, J.; ESNAOLA, M.; ALVAREZ-PEDREROL, M.; FORNS, J.; RIVAS, I.; LOPEZ-VICENTE, M.; SUADES-GONZALEZ, E.; FORASTER, M.; GARCIA-ESTEBAN, R.; BASAGANA, X.; VIANA, M.; CIRACH, M.; MORENO, T.; ALASTUEY, A.; SEBASTIAN-GALLES, N.; NIEUWENHUIJSEN, M.; QUEROL, X. Association between traffic-related air pollution in schools and cognitive development in primary school children: a prospective cohort study. **PLOS Medicine**, v. 12, e1001792, 2015.

# Teorias sobre aquecimento global e mudanças climáticas

Bruna Krause Corati<sup>1,\*</sup>, Elba Calesso Teixeira<sup>1</sup> e Flávio Wiegand<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Pesquisa e Análises Laboratoriais; <sup>2</sup>Divisão de Monitoramento Ambiental.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler - FEPAM, Av. Borges de Medeiros, 261, Porto Alegre, RS, CEP 90020-021, Brasil; e-mails: bruninha\_corati@hotmail.com; ecalessoteixeira@gmail.com; flavio-wiegand@fepam.rs.gov.br

\*Autora para correspondência.

---

## RESUMO

O efeito estufa teve origem nos ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, intercalados com períodos de forte atividade geológica, que lançaram altas quantidades de gases no ar, formando uma camada gasosa sobre a Terra: a atmosfera. Diante de vários argumentos acerca de mudanças climáticas, realizou-se um *review* visando avaliá-los, devido à crescente importância deste tema nas últimas décadas. Para uma das correntes científicas, o aumento da temperatura no último século é causado principalmente pela intensificação do efeito estufa, podendo ter relação com atividade antrópica, emissões de gases de efeito estufa e mudanças no uso e cobertura do solo. A outra corrente defende que a temperatura do planeta está diminuindo, apresentando estudos onde o aumento da temperatura precederia o da concentração de CO<sub>2</sub>, e que não há correlação entre aumento das emissões antrópicas e da temperatura terrestre. Ambas as teorias consideram a discussão relevante, pois gera implicações ambientais, econômicas, políticas e sociais. Nenhuma teoria deve ser considerada verdade absoluta: é necessário estudar todos os fatores influenciadores do clima terrestre e suas inter-relações. Devemos tomar atitudes benéficas, para reduzir a influência humana, além de políticas públicas de cunho ambiental e a contenção da emissão de gases de efeito estufa.

**Palavras-chave:** aquecimento global; efeito estufa; mudanças climáticas; atividades antrópicas; fatores climáticos.

## Theories about global warming and climate change

### ABSTRACT

The greenhouse effect originated in the heating and cooling natural cycles, interspersed with strong geological activity periods, which released high amounts of gases in the air, forming a gaseous layer on Earth: the atmosphere. Faced with several arguments about climate change, a review was carried out in order to evaluate them, due to the increasing importance of this theme in the last decades. To one of the scientific currents, the temperature increase in the last century is mainly caused by greenhouse effect intensification, and could be related with anthropic activity, greenhouse gases emissions and changes in ground's use and cover. The other current holds that the Earth's temperature is decreasing, presenting studies where the temperature increase precedes the CO<sub>2</sub> concentration, and that there's no correlation between anthropic emissions and terrestrial temperature increase. Both theories consider the discussion relevant, as it generates environmental, economic, political and social implications. No theory should be considered absolute truth: it's necessary to study all the influencing factors of terrestrial climate and their interrelationships. We must take beneficial actions to reduce human influence, in addition to environmental public policies, and containment of greenhouse gases emissions.

**Keywords:** climate change; global warming; greenhouse effect; anthropic activities; climatic factors.

## Introdução

O planeta Terra e as condições de calor na sua superfície evoluíram através de períodos mais e menos quentes intercalados durante longos períodos de tempo (Figura 1). Para Barcellos *et al.* (2007), o clima sempre esteve sujeito à mudanças, em ciclos de diferentes durabilidades, podendo ter origem em processos naturais como alterações no eixo de rotação da Terra, explosões solares e atividade vulcânica. Marengo (2007) aponta que o efeito estufa surgiu a partir de ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, intercalados com períodos de intensa atividade geológica, que lançaram enormes quantidades de gases no ar, formando a atmosfera.

O aprisionamento de calor pela atmosfera terrestre se dá através do efeito estufa, fenômeno natural, caracterizado pela retenção de parte da radiação emitida pelo Sol. Dessa forma, o sistema atmosférico terrestre mantém o equilíbrio de energia através dos processos de absorção e reemissão da radiação solar, onde parte da energia refletida pela superfície volta para o espaço, e o restante fica retido na atmosfera, caracterizando o efeito estufa (KHASNIS; NETTLEMAN, 2005). A atmosfera terrestre é constituída por aproximadamente 78% de nitrogênio e 21% de oxigênio, sendo o 1% restante formado por vários gases como argônio, hidrogênio, vapor d'água, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), ozônio (O<sub>3</sub>) e CFCs (clorofluorcarbonos) (NASA, 2016). Esses gases permitem a passagem da luz solar para a superfície e retêm parte da radiação incidente. Assim, a temperatura do planeta é regulada pela concentração desses gases, de modo que um aumento nas suas concentrações tende a acelerar a taxa de mudanças climáticas (KHASNIS; NETTLEMAN, 2005).

Além disso, esses gases geram *feedbacks* climáticos. Estes se caracterizam pela interação entre os processos do sistema climático, onde um processo promove mudanças em outro, que por sua vez influencia de volta o primeiro (*feedback*), e assim sucessivamente; Segundo o Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2013), um *feedback* positivo é aquele que intensifica o processo inicial, e um *feedback* negativo o reduz. Para Karl e Trenberth (2003), a cobertura de nuvens, por exemplo, gera *feedback* tanto negativo como positivo em relação ao aquecimento do planeta, dependendo de características como altura, localização, tipo e propriedades ópticas. O *feedback* negativo ocorre pois as nuvens refletem a radiação solar, impedindo que esta seja absorvida na atmosfera e aqueça o planeta; o *feedback* positivo também ocorre, pois as nuvens também retêm a radiação refletida pela superfície terrestre, aprisionando-a próxima à superfície, causando aquecimento. Da mesma forma, o ser humano também tem o poder de gerar modificações no ambiente ao seu redor.

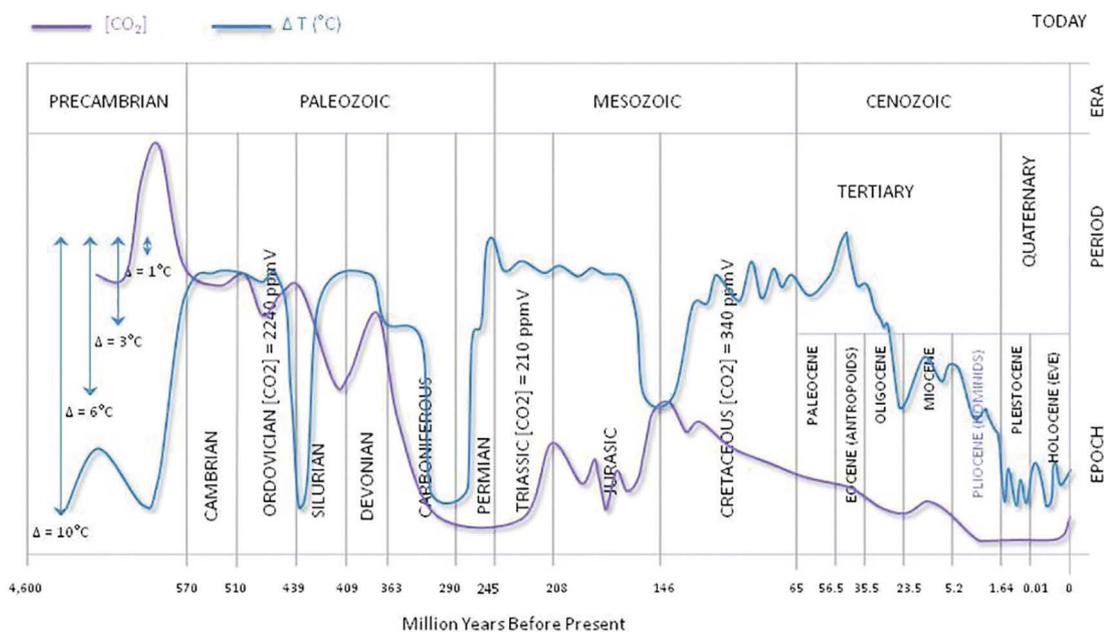
Apesar de ser um fenômeno natural e fundamental para a manutenção da vida na Terra, alguns estudos constatam que o efeito estufa tem se intensificado de maneira rápida e preocupante, caracterizando o chamado aquecimento global. Diante disso, existem vários argumentos em relação às mudanças climáticas e ao aquecimento global, contrários ou a favor, analisando a sua real ocorrência ou

não, e sua relação com atividades antrópicas. Devido à importância assumida por este assunto nas últimas décadas, no presente trabalho foi realizada uma revisão de estudos publicados referentes a esses eventos, trazendo a visão e os aspectos relevantes das teorias antagônicas que defendem ou condenam a sua ocorrência, a fim de avaliar as diversas opiniões.

## Considerações Teóricas

### Efeito estufa, aquecimento global e mudanças climáticas

A Terra evoluiu através de ciclos quentes e frios intercalados durante longos períodos de tempo. Pela **Figura 1**, percebe-se que na Era Paleozóica, entre os períodos Carbonífero e Permiano, a concentração de CO<sub>2</sub> diminuiu de forma significativa.



**Figura 1** - Análise da oscilação da concentração de CO<sub>2</sub> (linha roxa) e da temperatura (linha azul) ao longo das Eras Geológicas. (Fonte: NAHLE, 2007). No eixo das abscissas: milhões de anos antes do presente, dividido em (parte superior) pré-cambriano, paleozóico, mesozóico e cenozóico. No eixo das ordenadas, à esquerda, de cima para baixo: era, período e época.

Segundo Nahle (2007), foi durante o período Permiano que espécies de plantas e animais apresentaram ápice em sua diversidade em comparação a períodos anteriores, uma vez que as plantas que realizam fotossíntese atuam capturando o CO<sub>2</sub> da atmosfera. Já no período Triássico, a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera era similar à concentração atual; no período Cretáceo, chegou a 340 ppmV, e na Era Pré-Cambriana as concentrações bem mais altas. A temperatura também apresentou oscilações ao longo das Eras Geológicas: na Era Pré-Cambriana estava aproximadamente 10 °C mais baixa que nos períodos Triássico e Jurássico da Era Mesozóica, por exemplo.

O sistema climático terrestre apresenta interações entre os componentes atmosféricos e a superfície terrestre. O IPCC (2013) indica que cerca de metade da radiação de ondas curtas incidente é absorvida pela superfície terrestre. Do restante, aproximadamente 30% é refletida de volta por gases, aerossóis, nuvens e pela própria superfície terrestre, através do albedo, e os outros 20% são absorvidos pela atmosfera. Além disso, ocorrem flutuações naturais na quantidade de energia emitida pelo Sol, e interações e reações químicas entre os componentes atmosféricos (aerossóis, nuvens, ozônio e gases de efeito estufa). Ainda, a radiação incidente é parcialmente absorvida/refletida diretamente pela atmosfera ou pela superfície terrestre. A superfície terrestre, através de suas características (como o albedo), emite fluxos de calor latente e calor sensível, além de fluxos de radiação de ondas longas. Nos centros urbanos, devido à modificação da superfície, onde os campos e as matas são substituídos por concreto, asfalto e solo nu, há maior produção de calor sensível, o que leva a um aumento na emissão de ondas longas, que, associado à maior concentração de poluentes atmosféricos, tendem a aumentar o efeito estufa. Por fim, a atmosfera emite para o espaço um fluxo de radiação de ondas longas.

A preocupação mundial em relação às mudanças climáticas, relacionadas ao aquecimento global originado por ações antrópicas, teve início na década de 1950, mas já no século XIX o pesquisador sueco Svante Arrhenius apontou a associação entre emissões de CO<sub>2</sub> e aumento da temperatura (BARCELLOS *et al.*, 2007). Estes mesmos autores reportam que somente na década de 1990 foram desenvolvidos modelos visando explicar a variabilidade climática ocorrida na época e “avaliar a contribuição de componentes naturais (vulcanismo, alterações da órbita da Terra, explosões solares, etc.) e antropogênicos (emissão de gases do efeito estufa, desmatamento e queimadas, destruição de ecossistemas, etc.) sobre estas variações”.

A primeira grande convenção da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre problemas internacionais relacionados ao meio ambiente, a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, ocorreu em Estocolmo, em 1972, mas não se tratou especificamente sobre mudanças climáticas, e sim sobre poluição, em seu sentido mais geral (RIBEIRO, 2001 apud CETESB, 20-?). Em 1992 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Eco-92, no Rio de Janeiro, tendo como resultado principal a Agenda 21, um plano de ação visando o desenvolvimento sustentável em todo o mundo (UN, 1992). Já em dezembro de 1997, foi criado o Protocolo de Kyoto, no Japão, que entrou em vigor em fevereiro de 2005. Este, que constitui um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, definiu metas de redução de emissões para os países desenvolvidos ou com economia em transição para o capitalismo na época, pois estes eram considerados responsáveis históricos pelas mudanças no clima (BRASIL, 201-?).

Em se tratando de variáveis climáticas e condições atmosféricas, dois conceitos importantes precisam ser definidos e diferenciados: tempo e clima. Segundo o IPCC (2013), tempo abrange as condições atmosféricas de um local e período

de tempo específicos, com relação à temperatura, pressão, umidade, direção e velocidade do vento, além de elementos meteorológicos como cobertura de nuvens e precipitação. Clima é a descrição estatística de um conjunto de dados observados por um longo período de tempo, em média 30 anos, conforme definido pela Organização Meteorológica Mundial (WMO). Portanto, clima se refere às condições atmosféricas médias em relação aos grandes períodos de tempo, desde meses até milhares de anos, enquanto tempo é referente às condições atmosféricas momentâneas, como horas e dias.

Outra definição importante é a diferença entre variabilidade climática e mudança climática. Para o IPCC (2013), “variabilidade climática se refere a variações no estado médio e outras estatísticas (desvio padrão, eventos extremos, etc.) do clima nas escalas temporais e espaciais, além de eventos individuais de tempo”, podendo ter relação com processos internos naturais no sistema climático, ou com variações em forçantes naturais ou antrópicas. “Forçantes” climáticas são fatores que causam um desequilíbrio energético no planeta. Já mudança climática “se refere às modificações ou mudanças no equilíbrio climático, através de mudanças na média e/ou na variabilidade das características atmosféricas que sejam persistentes por um período de tempo longo” (IPCC, 2013), ou seja, abrange qualquer mudança no clima ao longo dos anos, podendo ser resultado da variabilidade natural ou de atividade humana.

Segundo a NASA (2018), aquecimento global está relacionado à tendência de aumento da temperatura no planeta a partir do século XX, com taxa maior a partir da década de 1970, devido ao grande avanço tecnológico iniciado nesse período e ao aumento da emissão/queima de combustíveis fósseis. Mudança climática, por sua vez, abrange as alterações de temperatura e outros fenômenos, como aumento do nível dos oceanos, derretimento das calotas polares, alterações na fauna e na flora, além de eventos climáticos extremos (NASA, 2018). Marengo (2007) afirma que o aquecimento global apresenta maior intensidade nos centros urbanos, devido, como já mencionado, à urbanização, formando as chamadas ilhas de calor. As grandes cidades possuem baixa percolação de água de chuva, ou seja, drenagem inadequada, sendo mais suscetíveis a eventos de ondas de calor, enchentes e tempestades (CAMPBELL-LENDRUM; CORVÁLAN, 2007). Porém, os efeitos provocados pelas mudanças climáticas não serão iguais em todo o planeta. Existem muitos climas diferentes, com suas características e peculiaridades; o uso e a cobertura do solo variam em cada região; os centros urbanos possuem características diferentes em cada região; os hábitos da população de cada local não são iguais. Outro autor (NAHLE, 2007) defende ainda que os seres humanos devem se adaptar às mudanças climáticas, uma vez que são naturais e oferecem condições para o desenvolvimento e para a evolução dos seres vivos.

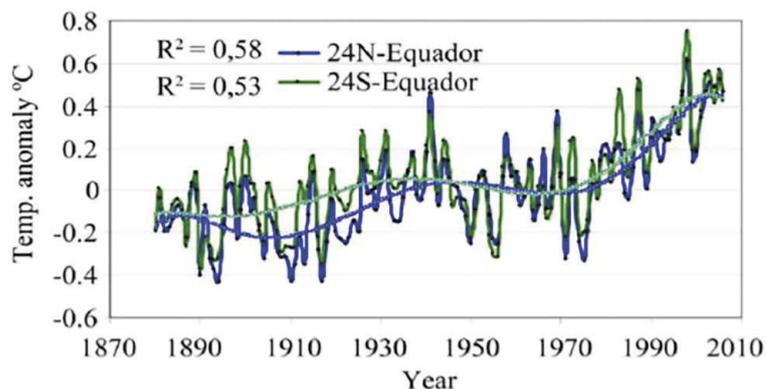
### **Argumentos a favor do aquecimento global antrópico**

Conforme reportado anteriormente, o grande crescimento da população associado à revolução industrial e ao desenvolvimento de novas tecnologias ocasionou uma maior urbanização, com exploração e queima de combustíveis fósseis, e

estabelecimento de grandes indústrias. Dessa forma, a influência do ser humano no meio ambiente ultrapassou a sua capacidade de resiliência.

Através da análise dos registros referentes à temperatura do planeta, obtidos a partir da década de 1850 (BARCELLOS *et al.*, 2007), percebe-se que o efeito estufa tem se intensificado nos últimos tempos, caracterizando o aquecimento global. Muitos pesquisadores acreditam que o aquecimento global esteja relacionado à atividade antrópica, principalmente em relação ao aumento da concentração de gases de efeito estufa e mudanças no uso e cobertura da terra. Alguns autores (MANN *et al.* 2003) reportaram um aumento de aproximadamente 0,6 °C na temperatura média terrestre no último século, segundo modelos de registros e reconstruções de temperatura. Outro (MARENGO, 2007) cita que, desde que medições começaram a ser realizadas, no final do século XIX, a década de 1990 foi a mais quente, sendo esse aumento na temperatura relacionado ao aumento no uso de combustíveis fósseis. A **Figura 2** mostra a evolução das anomalias na temperatura da superfície terrestre desde a década de 1880.

Do início das medições até a década de 1940, as anomalias eram negativas. Entre 1940 e 1970, as anomalias ficaram próximas a 0 °C, ou seja, a temperatura média se manteve. A partir da década de 1970, as anomalias apresentaram crescimento significativo, tanto na sua grandeza quanto na velocidade de aumento. Em 50 anos (de 1970 aos dias atuais), as temperaturas foram de médias normais para aproximadamente 0,7 °C acima, enquanto que nos 100 anos anteriores (de 1850 a 1950) as anomalias apresentaram variações bem menores, de, no máximo, 0,3 °C.



**Figura 2** - Variações na temperatura média do ar em duas bandas latitudinais diferentes, 24N-Equador (em azul) e 24S-Equador (em verde). (Fonte: SOARES, 2010). No eixo das abscissas: ano. No eixo das ordenadas: anomalia na temperatura, em °C.

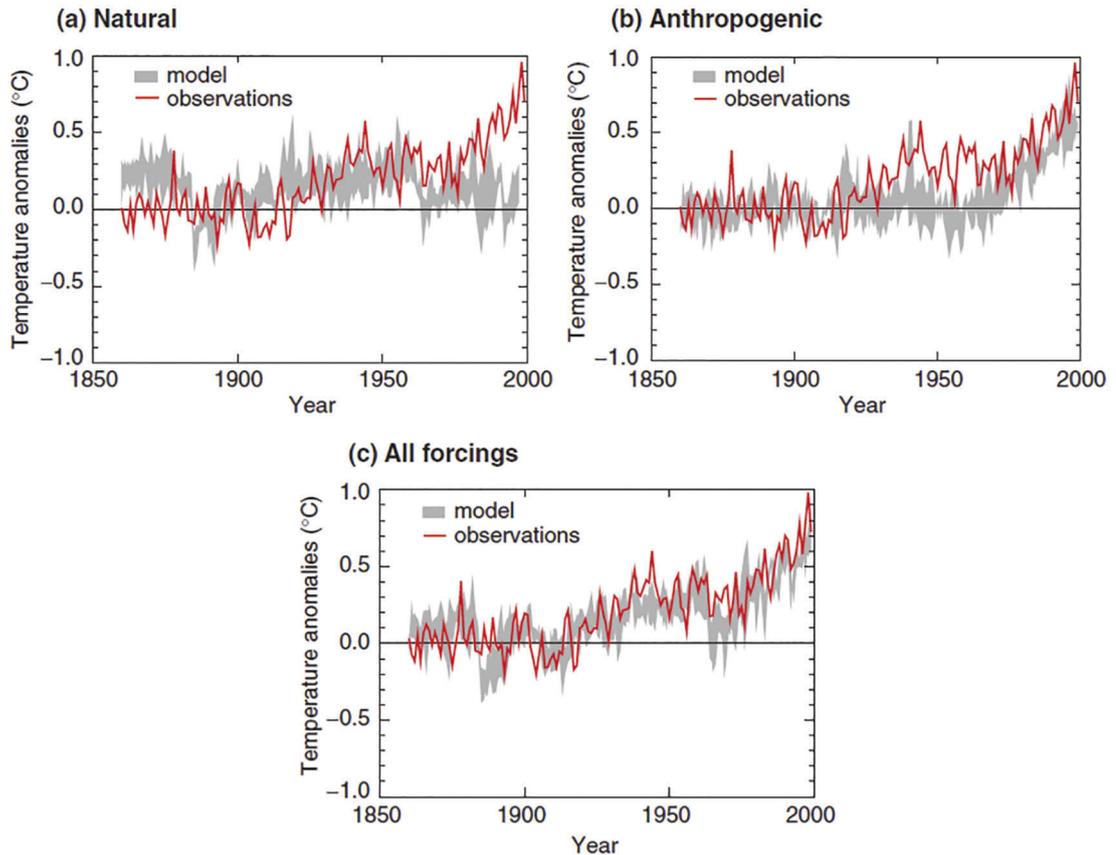
A **Figura 2** foi gerada a partir de observações em dois pontos do planeta, um no Hemisfério Norte e outro no Hemisfério Sul, na mesma latitude. Ambos os hemisférios apresentaram comportamentos similares, excetuando o período entre 1890 e 1940, quando a média de anomalias na temperatura no Hemisfério Norte foi aproximadamente 0,1 °C mais baixa que no Hemisfério Sul; e, com menor diferença, o período entre 1970 e 2000, quando no Hemisfério Sul as ano-

malias foram em média levemente mais altas do que no Hemisfério Norte. Com isso, percebe-se a importância da amostragem representativa, pois somente um ponto não pode considerar o real padrão global.

Existem diversas previsões relacionadas ao aquecimento global e suas consequências, entre elas, a publicação do IPCC em 2007(a), que apresenta alguns cenários relacionados a tendências em relação ao aquecimento global, como: contração das camadas de gelo, aumento do degelo e da incidência de enchentes; mais de 90% de probabilidade de aumento na ocorrência de ondas de calor extremas; 66% de probabilidade de aumento na intensidade dos ciclones tropicais e das áreas afetadas por secas; entre 66% e 90% de probabilidade de aumento de precipitação em altas latitudes e diminuição em regiões continentais subtropicais; 99% de confiança no aumento da temperatura entre 1,8°C e 6,4 °C até 2100; aumento na emissão de gases de efeito estufa, com aumento de 40% a 110% na emissão de CO<sub>2</sub> para fins energéticos até 2030; o nível dos oceanos pode ter aumento entre 18 cm e 59 cm até 2100; aumento no escoamento dos rios e na disponibilidade de água em altas latitudes, e diminuição em áreas secas.

Marengo (2007) apresentou projeções de aumento da ocorrência de eventos extremos como ondas de calor e de frio, precipitação mais intensa, enchentes, secas, ciclones e furacões. Todos estes foram registrados ao redor do mundo entre os anos de 2001 e 2006, como as enchentes e ondas de calor na Europa em 2002 e 2003; os invernos intensos da Europa e na Ásia nesse período; o furacão Catarina no Sul do Brasil em 2004 e os ocorridos no Atlântico Tropical Norte em 2005; e as secas no Sudeste do Brasil em 2001, no Sul em 2004, 2005 e 2006 e na Amazônia em 2006 (MARENGO, 2007). Este mesmo autor reportou evidências das consequências do aquecimento global, como o derretimento das geleiras nos pólos e o consequente aumento no nível do mar de 10 cm no período de um século. Um estudo publicado na revista *Nature Geoscience* (KONRAD *et al.*, 2018) aponta uma perda de quase 1.500 km<sup>2</sup> de gelo marinho subterrâneo nas geleiras da Antártica em um período de apenas 6 anos, entre 2010 e 2016. Soares (2010) afirma ainda que essas mudanças são associadas a outras tendências globais, entre elas o aumento da radiação solar, a urbanização e o crescimento da população.

Para o IPCC (2001), o aumento de temperatura observado nos últimos 100 anos não pode ser explicado considerando apenas a variabilidade interna do clima ou as mudanças nas forçantes naturais. Para Marengo (2007), “avaliações baseadas em princípios físicos indicam que o forçamento natural não pode isoladamente explicar a mudança observada do clima na estrutura vertical da temperatura na atmosfera”. A **Figura 3** mostra uma comparação da resposta da temperatura terrestre a forçantes naturais e antrópicas, comparando-se resultados medidos e modelos climáticos simulados. Quando considerada apenas uma forçante atuando, seja natural ou antrópica, não foi verificada uma boa correlação entre o previsto pelo modelo e o observado nas medições (**Figura 3a e b**). Já quando são consideradas as duas forçantes em conjunto (**Figura 3c**), a correlação é mais evidente. Isso indica que o aquecimento registrado se deve às duas forçantes atuando simultaneamente, e não a apenas uma delas.



**Figura 3** – Simulação de modelos climáticos da variação da temperatura da Terra (área em cinza) comparada com os resultados observados/registrados (linha vermelha). Anomalias globais de temperatura relativas ao período de 1850 a 2000. **a)** Resposta da temperatura considerando somente forçantes naturais (resposta à variabilidade da radiação solar e erupções vulcânicas). **b)** Resposta considerando somente forçantes antropogênicas (gases de efeito estufa e aerossóis de sulfato). **c)** Resposta considerando ambas as forçantes: naturais e antropogênicas. (Fonte: IPCC, 2001). No eixo das abscissas: ano. No eixo das ordenadas: anomalias na temperatura, em °C.

Fenômenos climáticos como El Niño e La Niña também são afetados pelas mudanças climáticas. O IPCC (2013) define El Niño como um fenômeno de comportamento das circulações oceânicas que gera flutuações no tempo e no clima caracterizado pelo aquecimento não usual das águas do Oceano Pacífico Tropical Leste, possuindo escala temporal entre 2 e 7 anos. Sua principal consequência é o enfraquecimento dos ventos alísios, que altera o padrão das correntes oceânicas. Já o La Niña é o fenômeno oposto ao El Niño, ou seja, consiste no resfriamento das águas do Oceano Pacífico, possuindo escala temporal de 3 a 6 anos (IPCC, 2001), quando os ventos alísios se tornam mais intensos, enfraquecendo a contra-corrente equatorial e resfriando as águas (MARENGO, 2007). A interação entre a superfície dos oceanos e a baixa atmosfera próxima a ele, através da troca de energia e umidade, regula o clima do planeta (OLIVEIRA, 2000 apud INPE, 2018). Dessa forma, pesquisadores observaram que as mudanças climáticas têm contribuído para o aumento

da frequência e das consequências desses fenômenos, como Hansen *et al.* (2006), que acreditam que um aumento no gradiente temperatura Oeste-Leste contribuiu para a maior frequência e magnitude de eventos El Niño e La Niña. Marengo (2007) atribui a ocorrência de eventos extremos neste século à “variabilidade natural do clima, mudanças no uso da terra (desmatamento e urbanização), aquecimento global, aumento da concentração de gases de efeito estufa e aerossóis na atmosfera”.

Schmitt *et al.* (2012) obtiveram evidências a partir da análise de bolhas de ar contidas no gelo (testemunhos de gelo) indicando que nos últimos 800.000 anos a concentração de CO<sub>2</sub> variou em correlação próxima às das temperaturas na Antártica, aumentando de 190 ppmV durante o último período glacial, para 280 ppmV no período pré-industrial. O IPCC (2007b) mostra que o mesmo ocorre para testemunhos de gelo do Ártico e Antártica, onde foram encontradas as mais altas concentrações de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub> dos últimos 650.000 anos. Rossetti (2017) relata que, em 2004, foi realizada uma revisão dos registros geológicos de concentração de CO<sub>2</sub> e períodos de glaciação, concluindo que o CO<sub>2</sub> apresentava concentrações consideradas baixas (<500 ppm), durante os períodos de glaciação continental de longa duração, e altas (>1000 ppm), durante períodos quentes, indicando correlação entre concentração de CO<sub>2</sub> e aumento da temperatura.

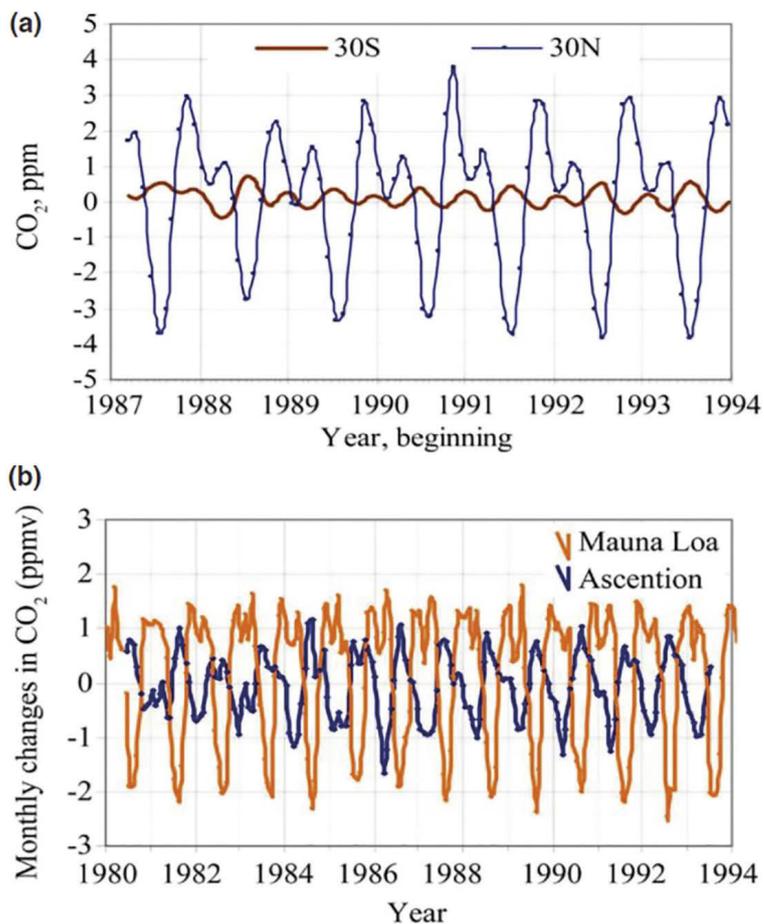
### **Argumentos contrários ao aquecimento global antrópico**

Maruyama (2009) não nega que a temperatura média do planeta aumentou nos últimos anos, mas questiona se esse aquecimento será contínuo e se o CO<sub>2</sub> é realmente o principal agente no aumento da temperatura. Aponta a existência de outros fatores interferindo na temperatura do planeta que são naturais e estão fora do alcance humano, porém são menos considerados nas abordagens usuais. É o caso das atividades solares e dos raios cósmicos, por exemplo, levantando a hipótese do aumento da temperatura, registrado nos últimos anos, ter sido causado por intensificação da atividade do Sol.

O mesmo autor defende a análise mais criteriosa das informações, que os dados estejam de acordo entre si em relação à metodologia utilizada, grau de precisão e local do estudo, pois diversos fatores são bastante dependentes da latitude. Ainda, aponta que não se pode confiar completamente nos resultados obtidos por simulações em supercomputadores, pois os cálculos são complexos e nem todos os fatores importantes podem ser considerados. Além disso, Maruyama (2009) considera as análises de registros geológicos e testemunhos de gelo limitadas, afirmando que uma amostra de um local específico não é representativa de todo o planeta. Dessa forma, para uma melhor análise e projeção de cenários futuros, o autor sugere o uso dos palinofórmos (análise do pólen e dos esporos das plantas) de épocas passadas, possibilitando a determinação das condições climáticas da região, pois espécies vegetais possuem desenvolvimento regido pela temperatura.

Soares (2010) enfatiza a dificuldade de se obter medições confiáveis de CO<sub>2</sub> e temperatura. Para o CO<sub>2</sub>, existem poucas estações e estas estão espalhadas; e para a temperatura, as estações sofrem influência do crescimento urbano, além de estarem presentes em poucas regiões e não possuírem monitoramento adequado. Atra-

vés da **Figura 4**, o autor analisa as variações no fluxo de  $\text{CO}_2$  na superfície do oceano (**Figura 4a**) e na atmosfera (**Figura 4b**). Na Figura 4a, nota-se que a tendência de ambos os hemisférios é a mesma, ou seja, maior absorção de  $\text{CO}_2$  pelo oceano no inverno, uma vez que esse período é marcado pelas mínimas temperaturas das águas superficiais dos oceanos; e maior liberação no verão. Além disso, a maior taxa de absorção de  $\text{CO}_2$  pela atmosfera ocorre na primavera, chegando a um máximo no verão; e a maior taxa de liberação de  $\text{CO}_2$  pela atmosfera se dá durante o inverno.



**Figura 4 – a)** Variações no fluxo mensal de  $\text{CO}_2$  (em ppm) na superfície do oceano, ao longo dos anos. Comparação entre hemisfério Norte (em azul) e hemisfério Sul (em vermelho). 30S e 30N representam as latitudes de  $27,5^\circ$  a  $32,5^\circ$ . Dados: Scripps Institution of Oceanography; **b)** Variações sazonais na concentração de  $\text{CO}_2$  (em ppmV) na atmosfera. Comparação entre hemisfério Norte (em laranja, representado pela estação de Mauna Loa (no Oceano Pacífico Norte), latitude  $19,53^\circ\text{N}$ ) e hemisfério Sul (em azul, representado pela estação da Ilha de Ascensão (no Oceano Atlântico Sul), latitude  $7,92^\circ\text{S}$ ) - (Fonte: SOARES, 2010). No eixo das abscissas: ano. No eixo das ordenadas: concentração de  $\text{CO}_2$ , em ppm (Figura 4 a.) e ppmV (Figura 4 b.).

Nota-se também que no Hemisfério Norte a variação sazonal é mais significativa que no hemisfério Sul, apresentando variações entre 4 e -4 ppm, enquanto no Sul foi entre 0,5 e -0,5 ppm. Isso é esperado, especialmente nas latitudes mais

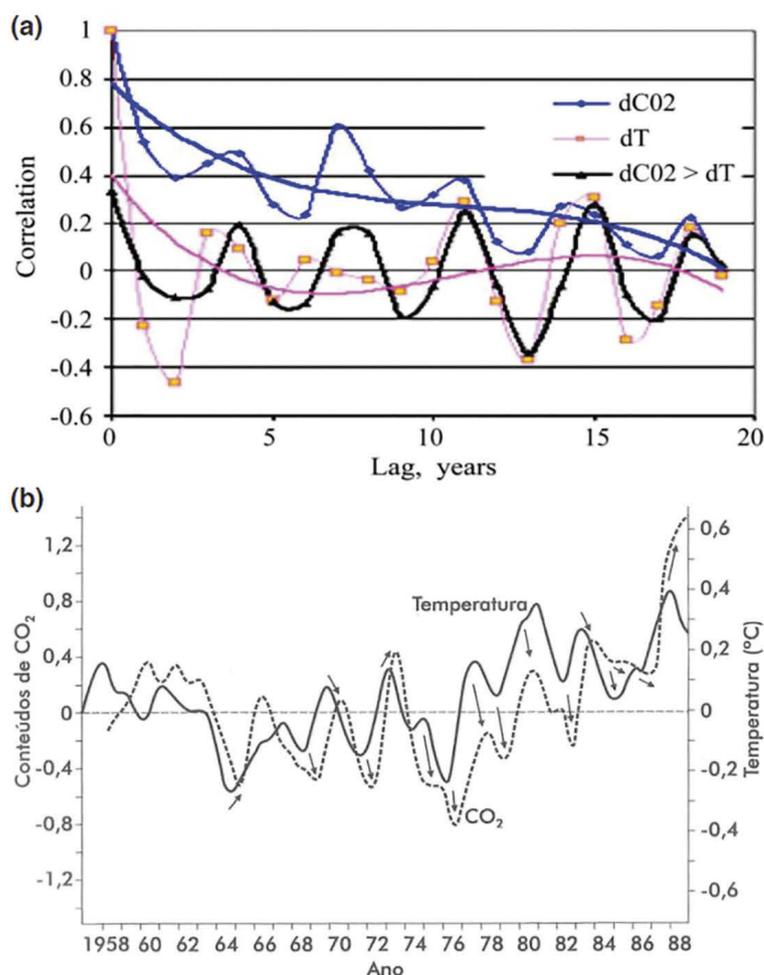
altas, uma vez que, nessa região, o aquecimento e o aumento da radiação solar são predominantes, pois 65% da sua área superficial é formada por terra (continentes), recebendo maior quantidade de energia do que o Hemisfério Sul (SOARES, 2010). Isso ocorre, pois a água necessita de mais energia do que o solo para aquecer, pois possui maior calor específico. O hemisfério Sul apresenta  $\frac{2}{3}$  de sua área formada por água (oceanos), aquecendo menos e acumulando maior quantidade de energia na forma de vapor d'água.

Na Figura 4b, os resultados são bem próximos aos apresentados na Figura 4a, mostrando a variação sazonal da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, apresentando picos de absorção no período do verão e perdas máximas no inverno (SOARES, 2010). É importante salientar que as diferenças observadas entre as figuras (4a e 4b) se devem, muito provavelmente, à diferença de latitude onde foram realizadas as medições. Na Figura 4a, os locais monitorados situam-se em latitudes médias, próximas a 30°S e 30°N, podendo ser consideradas boas representativas do comportamento geral dos hemisférios. Já na Figura 4b, as latitudes monitoradas são bem menores, por volta de 10°S e 20°N, mais próximas à linha do Equador e sujeitas à influências da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), sendo uma representação melhor do comportamento equatorial (no caso da Ilha de Ascensão) ou tropical (no caso de Mauna Loa).

Em relação ao CO<sub>2</sub>, considerando novamente a Figura 1, Nahle (2007) aponta que no período Permiano, enquanto a concentração de CO<sub>2</sub> estava em 210 ppmV, a temperatura subiu 10 °C, muito mais do que o aquecimento atual (cerca de 0,5 °C), quando a concentração de CO<sub>2</sub> está chegando à 400 ppmV, contrariando a teoria do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> ser o principal fator gerador de aumento na temperatura. O autor também observou que, considerando o período de tempo geológico, o planeta está esfriando, defendendo que as mudanças climáticas observadas são naturais, devido aos ciclos planetários, sem a influência dos seres humanos. Rossetti (2017) enfatiza que durante os períodos de grande concentração de CO<sub>2</sub>, algumas regiões do planeta estavam em períodos de glaciação, e não de aquecimento. Maruyama (2009) considera o aumento na concentração de CO<sub>2</sub> (entre 1 e 1,4 ppm por ano) e seu teor como constituinte atmosférico (cerca de 0,04% em volume) muito baixos para considerar o composto capaz de saturar ou mudar a constituição atmosférica.

Na **Figura 5** abaixo, Soares (2010) e Maruyama (2009) apresentam correlações entre as anomalias de temperatura em relação à média e a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera. É possível notar que há uma boa correlação entre aumento de temperatura e aumento da concentração de CO<sub>2</sub>, porém o aumento da temperatura é precedente ao do CO<sub>2</sub>, ou seja, mostra um “atraso” no aumento da concentração de CO<sub>2</sub> em relação ao aumento da temperatura, indicando que essa seja o mecanismo que provoca aumento do composto da atmosfera e não o contrário. A hipótese contrária (aumento da concentração de CO<sub>2</sub> seguido de aquecimento), não foi verificada por Soares (2010). As análises mostraram ainda que não há correlação entre os grandes volumes de emissões industriais e o aumento de temperatura. Pela Figura 5b, percebe-se que as variações na curva de concentração de CO<sub>2</sub> (linha

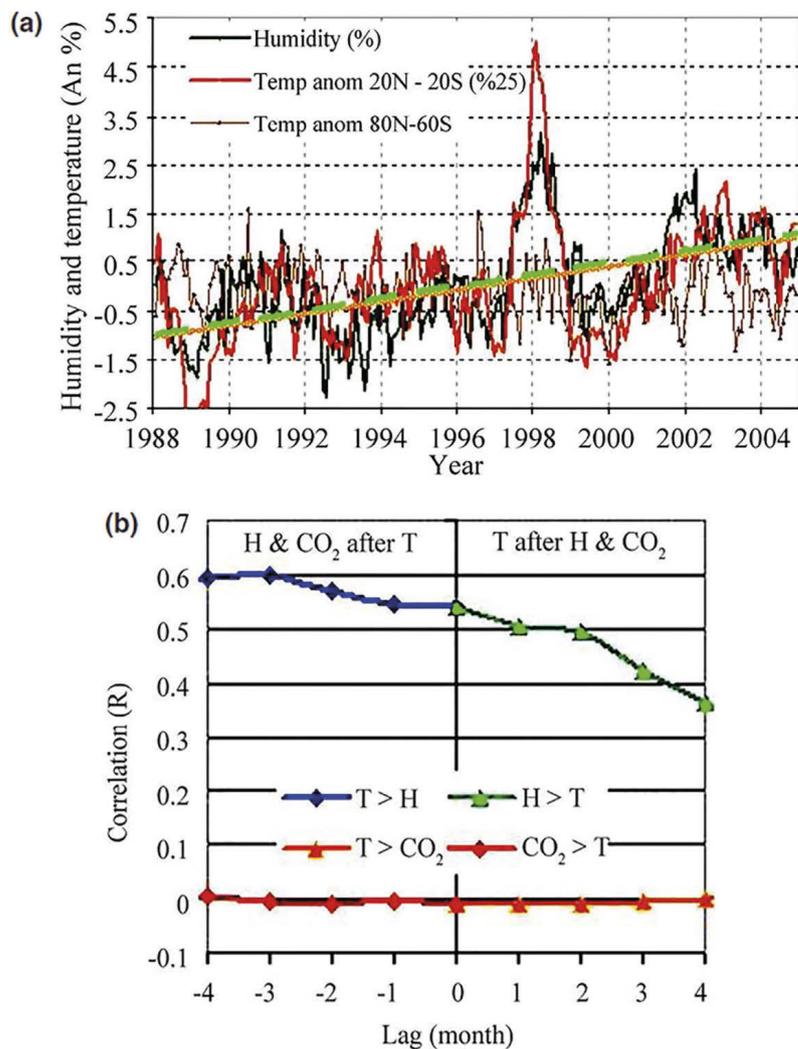
tracejada) acontecem após as variações na curva de temperatura (linha contínua). A explicação para essa relação se dá pelo coeficiente de solubilidade do CO<sub>2</sub> no oceano, que através do aumento da temperatura permite uma maior liberação do CO<sub>2</sub> para a atmosfera (MARUYAMA, 2009). Ainda, o autor destaca o período de resfriamento entre as décadas de 1940 e 1970 que foi acompanhado por um aumento da emissão de CO<sub>2</sub> pelo ser humano, devido ao grande crescimento industrial; e que a queima de combustíveis fósseis gera, em média, um aumento de apenas 1 ppm por ano de CO<sub>2</sub> na atmosfera, o que representa um aumento de somente 0,004 °C por ano na temperatura terrestre, um índice considerado muito baixo.



**Figura 5 – a)** Correlações entre anomalias de temperatura em relação à média (linha em rosa) (GISS/NASA 2007) e concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera (linha em azul) (em Gton de carbono). A linha em preto representa a relação do aumento na temperatura precedendo o aumento da concentração de CO<sub>2</sub>. (Fonte: SOARES, 2010). No eixo das abscissas: tempo decorrido, em anos. No eixo das ordenadas: correlação. **b)** Curvas da variação das temperaturas médias (linha contínua) e dos teores de CO<sub>2</sub> (linha tracejada). (Fonte: MARUYAMA, 2009).

Considerando a relação entre quantidade de vapor d’água/umidade na atmosfera e aumento da temperatura, Soares (2010) apresenta uma boa correlação

para as duas variáveis, como mostrado na **Figura 6**, e aponta duas possíveis causas para isso: o efeito do aquecimento do solo devido ao aumento da incidência solar; e o efeito estufa. Na Figura 6b, nota-se que a umidade possui boa correlação com a temperatura, tanto quando considerada como consequência (linha azul,  $T > H$ ), como quando causa (linha verde,  $H > T$ ) do aumento da temperatura, com índice de correlação entre 0,4 e 0,6. Já a correlação com o  $CO_2$  se mostra nula e não significativa, tanto quando considerado consequência (linha vermelha,  $T > CO_2$ ), como



**Figura 6 – a)** Mudanças na umidade específica (vapor d’água) na atmosfera. A linha preta representa a evolução da umidade, a linha vermelha as anomalias de temperatura nas latitudes 20 N e 20 S, e a linha marrom as anomalias de temperatura nas latitudes 80 N e 60 S. **b)** Correlações de causa e efeito entre umidade específica e temperatura, e entre concentração de  $CO_2$  e temperatura. A metade esquerda do gráfico é relativa à hipótese de que o aumento da temperatura é o fator precedente, e a metade direita ao aumento da temperatura como consequência. A letra “H” representa a umidade, e a letra “T” a temperatura. (Fonte: SOARES, 2010). No eixo das abscissas: ano (Figura 6 a.) e tempo decorrido, em meses (Figura 6 b.). No eixo das ordendas: umidade e temperatura (porcentagem de anomalias) (Figura 6 a.) e correlação (Figura 6 b.)

quando causa (linha laranja,  $\text{CO}_2 > T$ ). Dessa forma, Soares (2010) afirma que o  $\text{CO}_2$  não possui a capacidade para ser o causador das mudanças de temperatura observada, uma vez que não foi verificada correlação entre mudanças na sua concentração precedendo o aumento na temperatura.

Outro fator importante a ser considerado é o da capacidade de absorção de radiação. Segundo Soares (2010), enquanto o  $\text{CO}_2$  apresenta 22% e o  $\text{CH}_4$  apenas 2% de potencial de absorção da radiação de ondas longas incidente, o vapor d'água apresenta potencial na faixa de 57% a 68%. Além disso, o vapor d'água e o  $\text{CO}_2$  apresentam 13% de faixa de absorção em comum, ou seja, considerando o  $\text{CO}_2$  sozinho, este apresenta apenas 9% de potencial de absorção. Dessa forma, o autor analisa que o aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  nas últimas décadas não contribui de forma significativa para a intensificação do efeito estufa; e o vapor d'água, ao contrário, por sofrer influência da atividade solar, da evapotranspiração e da temperatura dos oceanos, causaria um efeito de aumento da retenção de calor pelo planeta.

Maruyama (2009) afirma que as nuvens influenciam muito mais na temperatura do que os gases de efeito estufa, e que se deve estudar a nebulosidade provocada por raios cósmicos. Segundo o autor, uma mudança de 1% na quantidade de nuvens pode gerar uma variação de 0,6°C a 1°C na temperatura terrestre, muito mais significativa do que a variação gerada pelo aumento de  $\text{CO}_2$ . Outro fator importante citado pelo autor é o campo magnético, que é uma proteção contra os raios ultravioleta, raios cósmicos e plasmas solares, mas possui intensidade variável: quando é mais forte, a proteção aumenta, e uma menor quantidade de raios cósmicos atingirá a superfície terrestre; se estiver enfraquecido, uma maior quantidade de raios cósmicos penetrará na atmosfera, aumentando a nebulosidade - uma vez que estes atuam como núcleo de condensação - e diminuindo a temperatura terrestre. O autor afirma ainda que o campo geomagnético terrestre vem enfraquecendo nos últimos 4 mil anos, com taxa maior nos últimos 50 anos, evidenciando que o planeta está se encaminhando para o resfriamento. As atividades vulcânicas também influenciam na temperatura terrestre: cinzas liberadas nas erupções ascendem pela atmosfera, sendo interceptadores da radiação solar, contribuindo para uma diminuição da temperatura (MARUYAMA, 2009). Pode-se citar ainda como fator que exerce influência na temperatura do planeta a interação entre a Terra e o Sol, como a distância entre os dois e mudanças no eixo de rotação.

O principal argumento dos pesquisadores contrários à teoria do aquecimento global, segundo Maruyama (2009), é de que não se pode considerar apenas o fator dos gases de efeito estufa e das emissões antrópicas, pois o sistema climático terrestre é regido por inúmeros outros fatores que podem intervir de maneira mais significativa na temperatura do planeta. Além disso, defende que a natureza possui um mecanismo de amortecimento, não permitindo a ocorrência de efeitos descontrolados que levariam a um aumento contínuo da temperatura. Desta forma, quando um fenômeno causasse o aumento da temperatura, surgiria

outro efeito contrário ao primeiro, “impedindo a continuidade do processo” e o rompimento da “zona de estabilização”, ou seja, a natureza atua de forma que as alterações não excedam o seu limite de resiliência.

### **Considerações Finais**

O aquecimento global é considerado um paradigma atual. Há um consenso de que a temperatura média do planeta aumentou durante o século XX, mas o principal foco de discussão entre os grupos de cientistas reside em quais seriam as causas deste aquecimento, e se mudanças climáticas irreversíveis estariam ou não em curso. Dos trabalhos revisados, 69% traziam argumentos a favor do aquecimento global antrópico, sendo 80% advindos de países desenvolvidos, 20% de países não desenvolvidos, 80% de instituições públicas e 20% de instituições privadas. Os outros 31% traziam argumentos contrários, sendo 64% de países desenvolvidos, 36% não desenvolvidos, 73% de instituições públicas e 27% privadas.

Um ponto em comum entre as duas vertentes é considerar a discussão extremamente importante e relevante, pois gera implicações ambientais, econômicas, políticas e sociais. Países mais desenvolvidos têm grande interesse na continuação das atividades industriais e na exploração de combustíveis fósseis, por representarem um grande papel na economia mundial. Não se deve adotar uma teoria como verdade absoluta: é necessário estudar todos os fatores que influenciam o clima terrestre, as interações entre os fenômenos e entre Sol-Terra, para que modelos de previsão sejam mais abrangentes e precisos. Uma análise mais abrangente em relação ao tempo geológico é importante, pois mudanças ocorridas em diferentes períodos de tempo têm relevância diferente. Grande parte das mudanças ocorre de forma natural, pois a natureza está em constante transformação. O ser humano é a única espécie capaz de produzir ou contribuir para mudanças globais e, como essas podem ter consequências positivas ou negativas, devemos tomar atitudes benéficas para o planeta, reduzindo a influência humana no clima terrestre. A emissão de gases de efeito estufa deve ser contida, independente do planeta estar sofrendo aquecimento ou não. Além disso, deve-se substituir recursos não-renováveis por fontes de matéria-prima e recursos renováveis, e promover a reciclagem e uso de materiais ecológicos.

Independente de qual vertente de pensamento está correta, ou se mudanças climáticas estão, ou não, ocorrendo, sejam essas de origem antrópica, ou não, devem ser desenvolvidas políticas públicas voltadas para a proteção ambiental. Qualquer mudança nos padrões naturais pode trazer efeitos negativos (perdas materiais, de vidas), que exigiriam enormes quantidades de recursos para sua mitigação e adaptação. O meio ambiente, seus recursos e inter-relações formam um sistema cuja complexidade ultrapassa o conhecimento humano. Portanto, não se deve acreditar que possui recursos infinitos e inesgotáveis com o propósito de servir apenas às necessidades humanas.

## Referências bibliográficas

BARCELLOS, C. *et al.* **Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil.** Brasília, DF. Oficina de Mudanças Climáticas - 7ª Expoepi. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Protocolo de Quioto.** [201-?]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/protocolo-de-quioto>> Acesso em: 13/07/2018.

CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVÁLAN, C. Climate change and developing-country cities: implications for environmental health and equity. **Journal of Urban Health.** 84 (1): 109-117. 2007.

CETESB. Companhia Ambiental do estado de São Paulo. PROCLIMA - Programa Estadual de Mudanças Climáticas do Estado de São Paulo. **Conferência de Estocolmo.** [20-?]. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/proclima/conferencias-internacionais-sobre-o-meio-ambiente/estocolmo/>> Acesso em: 21/03/2018.

HANSEN, J. *et al.* Global temperature change. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America - PNAS.** vol. 103 n° 39. pág. 14288-14293. 2006.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. 2018. **El Niño.** Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/elnino/pt>> Acesso em: 11/04/2018.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001: **Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp

\_\_\_\_\_. 2007a: **Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

\_\_\_\_\_. 2007b: **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

\_\_\_\_\_. 2013: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

KARL, T. R.; TRENBERTH, K. E. Modern global change. **Science.** vol. 302. 2003.

KHASNIS, A. A.; NETTLEMAN, M. D. Global warming and infectious disease. Review Article. **Archives of Medical Research.** 36 689-696. 2005.

KONRAD, H. *et al.* Net retreat of Antarctic glacier grounding lines. **Nature Geoscience.** vol.11. Abril/2018. pág. 258-262.

MANN, M. *et al.* On past temperatures and anomalous late-20th century warmth. **Eos (Transactions, American Geophysical Union).** v. 84, n° 27. 2003.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI.** Brasília, DF: MMA - Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2ª edição. 2007.

MARUYAMA, S. **Aquecimento Global?** Tradução de Kenitiro Suguio. São Paulo. Oficina de textos. 2009.

NAHLE, N. Cycles of global climate change. **Biology Cabinet Journal Online**. Article no. 295. 2007. Disponível em: <[http://www.biocab.org/Climate\\_Geologic\\_Timescale.html](http://www.biocab.org/Climate_Geologic_Timescale.html)> Acesso em: 14/03/2018.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Climate Science Investigation (CSI). Energy: The Driver of Climate - Earth's Atmosphere**. 2016. Disponível em: <<http://www.ces.fau.edu/nasa/module-2/atmosphere/earth.php>> Acesso em: 16/03/2018.

\_\_\_\_\_. **Resources. Global Warming vs. Climate Change**. 2018. Disponível em: <<https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>> Acesso em: 16/03/2018.

ROSSETTI, V. Paleoclima - as concentrações de CO<sub>2</sub> no passado (fanerozóico). **NetNature**. 2017. Disponível em: <<https://netnature.wordpress.com/2017/10/17/paleoclima-as-concentracoes-de-co2-no-passado-fanerozoico/>> Acesso em: 20/04/2018.

SCHMITT, J. *et al.* Carbon isotope constraints on the deglacial CO<sub>2</sub> rise from ice cores. **Science**. vol. 336. 2012.

SOARES, P. C. Warming power of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O: correlations with temperature changes. **Scientific Research. International Journal of Geosciences**. vol 1. p. 102-112. 2010.

UN. United Nations. **UN Conference on Environment and Development (1992)**. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/unced>> Acesso em: 21/03/2018.

# Os avanços e desafios da implantação do licenciamento ambiental no âmbito municipal no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil

Angelita dos Santos<sup>1</sup>, Mônica da Silva<sup>2</sup> e Daiana Mafessoni<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Unidade Litoral Norte. Rua Machado de Assis, 1456, Bairro Sulbrasileiro. <sup>2</sup>Prefeitura Municipal de Imbé. E-mails: angelita\_bio@hotmail.com; daiana-mafessoni@uergs.edu.br; monica.bio.uni@gmail.com; \*Autora para correspondência

## RESUMO

O licenciamento ambiental é um ato administrativo que possui a finalidade de promover o controle prévio à construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores. A descentralização das competências ambientais dos estados para os municípios traz consigo o avanço da gestão ambiental local. Esta pesquisa tem como objetivo demonstrar os dados obtidos sobre os avanços e desafios da municipalização do licenciamento ambiental no Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul. Deste modo, o levantamento foi realizado por meio de questionários e visitas em 18 municípios da região, sendo que, 16 participaram da pesquisa. Constatou-se que 100% dos municípios que responderam ao questionário estão exercendo as atividades de licenciamento local conforme diretrizes da legislação vigente. A municipalização trouxe benefícios como a proximidade com a população local e satisfação dos empreendedores. No entanto, muitos entrevistados informaram que ao longo do processo tiveram algumas dificuldades como a pressão política e/ou empresarial ocasionando situações desconfortáveis aos técnicos que trabalham na área, além da insuficiência de recursos financeiros, falta de sistema informatizado e de equipe técnica multidisciplinar habilitada. Destaca-se a importância de mais investimentos quanto ao processo de descentralização do licenciamento ambiental para que não ocorram limitações neste importante mecanismo de proteção ambiental.

**Palavras-chave:** descentralização, gestão ambiental, licenciamento ambiental, diagnósticos, municipalização.

## Advances and challenges in municipal environmental license development in the North Coast of Rio Grande do Sul, Brazil.

## ABSTRACT

Environmental license is an instrument that aims to control the construction, installation, expansion and operation of establishments and activities that use environmental resources, which are considered effective as well as potentially polluting. The decentralization of the environmental competences from states to municipalities brings development/progress in local environmental management. This research aims to present data obtained about advances and challenges related to the municipalization of environmental license in the Northern coast of the State of Rio Grande do Sul. The survey was carried out through questionnaires and visits on the 18 municipalities of the region, of which 16 participated. The results indicated that 100% of the municipalities are carrying out local licensing activities according to current legislation. Municipalization brought benefits such as proximity to the local population and entrepreneur satisfaction. However, many interviewees reported that during the process there were some difficulties, such as political and/or business pressure, which caused uncomfortable situations to the license staff. In addition to insufficient financial resources, the lack of a computerized system and an enabled multidisciplinary technical team. The importance of investments in the decentralization process of environmental license to avoid difficulties in this important mechanism of environmental protection is highlighted.

**Key-words:** decentralization, environmental license, environmental management, surveys, municipalization

## Introdução

A descentralização das competências ambientais dos estados para os municípios foi descrita pela primeira vez na Lei 6.938 de 1981, que sancionou a Política Nacional do Meio Ambiente, deixando clara a sua relevância na participação na proteção e melhoria da qualidade ambiental, através de um dos mais importantes instrumentos, o licenciamento ambiental. O licenciamento ambiental promove o controle prévio da construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.

A Constituição Federal de 1988 reafirmou a responsabilidade municipal, definindo em seu art. 23 a competência comum da União, Distrito Federal, estados e municípios, na proteção do meio ambiente e no combate à poluição em quaisquer de suas formas, protegendo a fauna e flora brasileira, entre outras atribuições.

Dessa forma, a CONAMA 237/1997, que regulamenta procedimentos de licenciamento ambiental no território nacional, passou a estabelecer as competências dos entes federados.

O estado do Rio Grande do Sul destaca-se desde 1998 nesse assunto, sendo o estado pioneiro na municipalização do licenciamento ambiental. No ano de 2000 através da Lei Estadual n.º 11.520/00, criou o Código Estadual do Meio Ambiente e estabeleceu a competência municipal para o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades consideradas de impacto local, bem como, as que fossem delegadas pelo Estado.

No Brasil, somente no ano de 2011, foi sancionada a Lei Complementar 140 que regulamentou o art. 23 da Constituição Federal de 1988 e fixou normas de cooperação entre os entes federativos, definindo assim as competências administrativas municipais tais como: formular, executar e fazer cumprir a Política Municipal de Meio Ambiente e promover o licenciamento ambiental das atividades de competência do Município. Sendo assim, os municípios adquiriram maior autonomia e participação na gestão ambiental local e o ato administrativo do licenciamento ambiental espalhou-se ao longo dos anos nos municípios do Rio Grande do Sul.

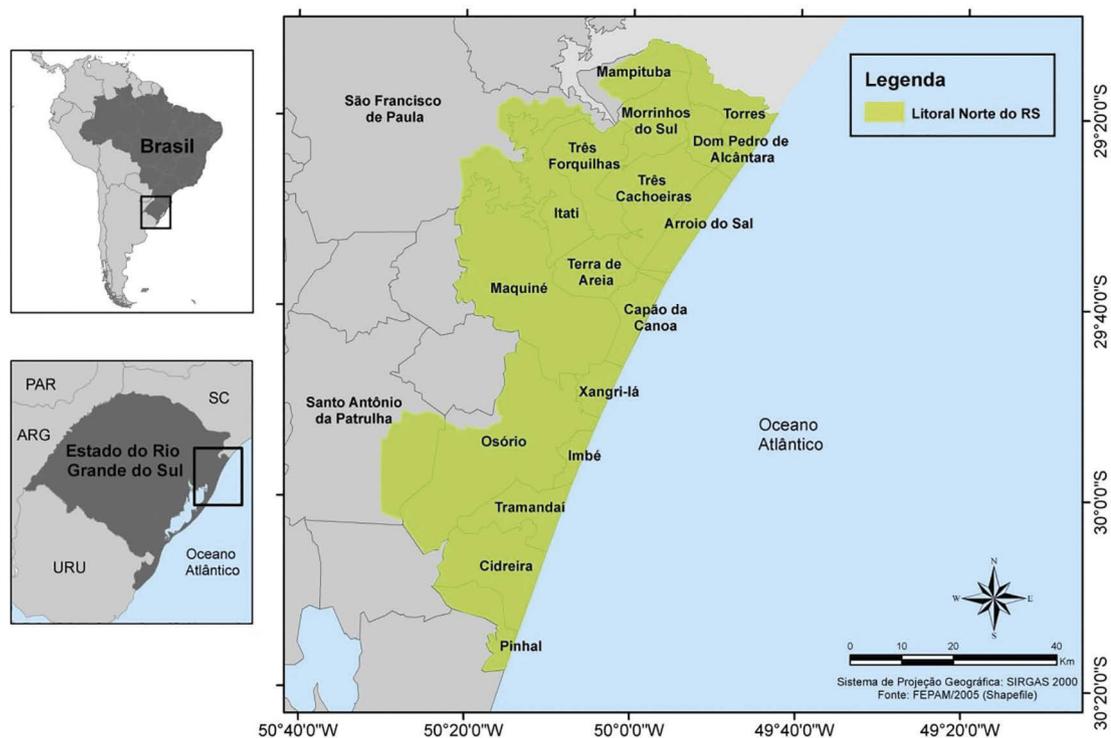
No estado do Rio Grande do Sul, vigora a resolução do Conselho Estadual de Meio Ambiente – CONSEMA 372/2018 que dispõe sobre os empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal no licenciamento ambiental.

Neste contexto, este trabalho pretende evidenciar os avanços e as dificuldades que os municípios do Litoral Norte Gaúcho enfrentam desde a municipalização do licenciamento ambiental, através de pesquisa realizada com visita e preenchimento de questionário pelos funcionários do setor de licenciamento ambiental de cada município.

## Área de estudo

O Litoral Norte (LN) do Rio Grande do Sul é contemplado por 19 municípios, sendo eles: Torres, Morrinhos do Sul, Três Cachoeiras, Arroio do Sal, Três Forquilhas, Itati, Terra de Areia, Maquiné, Capão da Canoa, Xangri-lá, Osório, Imbé, Tramandaí, Cidreira, Santo Antônio da Patrulha, Balneário Pinhal, Dom Pedro de Alcântara, Mampituba e São Francisco de Paula, conforme pode ser observado na **Figura 1**. A região possui uma extensão de superfície de 3.700 Km<sup>2</sup> e 120 Km de costa (FEPAM, 2017).

Conforme FEPAM (2017), o Programa de Gerenciamento Costeiro visa a implantação de um processo de gestão apoiada em instrumentos de planejamento e gerenciamento como o zoneamento ecológico-econômico (ZEE), um sistema de informações, planos de ação e gestão, monitoramento, licenciamento e fiscalização, objetivando melhorar a qualidade de vida das populações locais e promovendo a proteção adequada de seus ecossistemas.



**Figura 1** – Área de estudo da pesquisa no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil.

**Fonte:** Fepam (2005) adaptado pelas autoras (2017).

A economia do Litoral Norte do Rio Grande do Sul apresenta grande participação no setor de serviços e da construção civil, especialmente nos municípios que constituem centros de turismo sazonal (COREDE, 2015), o que confere à região características de grande variação sazonal da população e intensa urbanização (FEPAM, 2017).

O arroz se destaca nos municípios da planície costeira, próximos às lagoas do litoral. Os municípios próximos à encosta do planalto possuem produção de banana, abacaxi, mandioca, fumo e feijão. A silvicultura se destaca em municípios menores, como Cidreira e Balneário Pinhal (COREDE, 2015).

A fragilidade ambiental, associada aos movimentos de população, implica na necessidade de um ordenamento da ocupação territorial. Portanto, torna-se indispensável o licenciamento ambiental nesta região, colocando em prática medidas que contemplem ações que restrinjam e minimizem a ocorrência de problemas socioeconômicos e ambientais (FEPAM, 2017).

### **Material e método**

Os dados foram obtidos por meio do método de observação direta intensiva, que inclui observação e entrevista, consistindo no exame sistemático da realidade para obter informações sobre os fatos que se deseja estudar. Foi utilizado um roteiro com dez questões previamente estabelecidas sobre a municipalização, os procedimentos e as dificuldades do licenciamento ambiental aplicadas dentro de uma conversa com os servidores municipais do setor de licenciamento ambiental (técnicos e/ou funcionários do setor administrativo).

Os municípios participantes da pesquisa foram selecionados através do grupo dos 19 municípios pertencentes ao Litoral Norte do Rio Grande do Sul, conforme Programa de Gerenciamento Costeiro no Litoral Norte – GERCO/RS da FEPAM, porém o município de São Francisco de Paula, por possuir grande referência na região serrana e apenas uma porção de sua área dentro do programa não foi considerado neste estudo.

O questionário foi aplicado aos servidores do setor de licenciamento ambiental das prefeituras em 18 municípios do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. Dezoito visitas foram realizadas nos horários de funcionamento das prefeituras municipais entre os meses de maio/2017 e junho/2017. Toda a compilação de dados foi realizada de caráter anônimo, para que não ocorresse qualquer tipo de exposição dos municípios e dos servidores que participaram das entrevistas.

### **Resultados e Discussão**

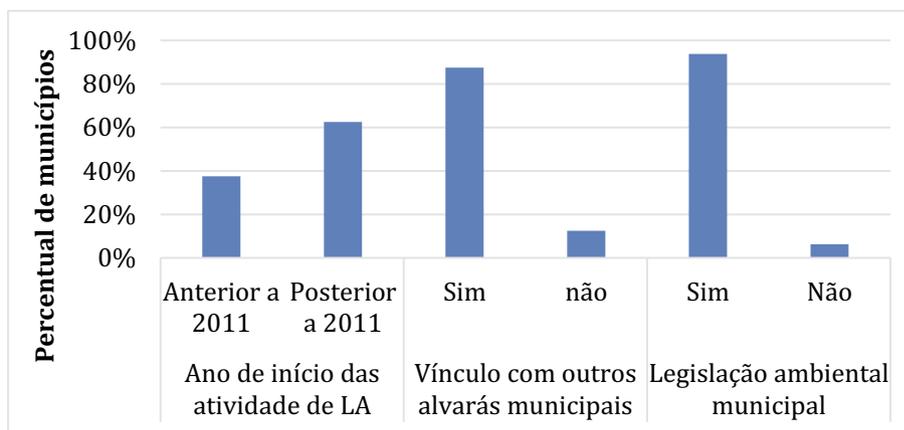
Dos 18 municípios visitados no Litoral Norte gaúcho, 16 questionários foram respondidos por técnicos ou funcionários que atuam diretamente no setor de licenciamento ambiental, além disso, foi realizada conversa com esses profissionais sobre a realidade local. Por falta de compatibilidade com o horário dos responsáveis pelo setor de licenciamento ambiental ou dos técnicos habilitados para responder os questionários, os municípios de Dom Pedro de Alcântara e Três Forquilhas não responderam os questionários.

Dentre os municípios visitados, 37,5% já estavam realizando licenciamento ambiental antes da Lei Complementar 140/2011, pois o estado do Rio Grande do Sul foi pioneiro nesse assunto e já legislava sobre o mesmo antes da regulamentação federal.

Atualmente, 100% dos municípios do Litoral Norte gaúcho estão realizando licenciamento ambiental. Fato que não é comum em todas as regiões do Brasil, na Região Metropolitana de Salvador, por exemplo, em 2016 havia 62% dos habilitados, segundo Carvalho e Cardoso (2016). Ainda, de acordo com o Perfil dos Municípios Brasileiros 2015, levantamento do IBGE, apenas 30,4% dos municípios brasileiros realizam licenciamento ambiental de atividades de impacto local, fato este que diminui entre os municípios com população entre 5.001 a 10.000 habitantes, que atingem apenas 21,3%. Tal alteração é diretamente interligada ao proporcional da classe de tamanho de cada município, sendo que, em municípios com população com mais de 500.000 pessoas, atinge 90,2% (IBGE, 2015). No entanto, essa lógica não se aplica ao Litoral Norte do RS, os maiores municípios têm em torno de 50 mil habitantes e a maior parte (80%) possui menos de 20 mil habitantes (FEE, 2017) e a totalidade realiza o licenciamento de atividades de impacto local.

Referente aos métodos utilizados para a análise dos processos de licenciamento ambiental e a importância da emissão das licenças estarem vinculadas a outros documentos do poder público municipal, como por exemplo, o alvará de funcionamento e o alvará sanitário, devendo estes estar interligados, demonstrando a colaboração e funcionamento em conjunto de todas as repartições da Prefeitura Municipal, constatou-se que 87,5% informaram vincular outros documentos na análise dos processos. Além disso, 93,75% dos municípios possuem legislação ambiental municipal para gerenciar com maior clareza os conflitos de impacto local. A **Figura 2** mostra a situação dos municípios quanto ao ano de início das atividades de LA, ao vínculo com alvarás municipais e à presença de legislação ambiental própria.

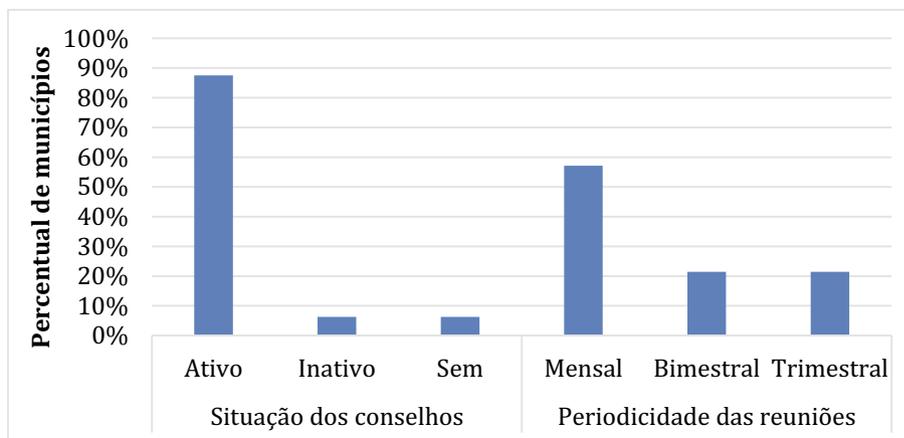
O processo de licenciamento ambiental deve buscar o máximo de segurança, baseando-se no Princípio da Prevenção, como por exemplo, a problemática ambiental decorrente de um incêndio ou acidente em atividade potencialmente poluidora.



**Figura 2** – Situação dos municípios quanto o ano de início das atividades de LA, ao vínculo com alvarás municipais e à legislação ambiental própria.

**Fonte:** Elaboradora pelas autoras (2017).

O Conselho de Meio Ambiente nos Municípios possui função de atuar em caráter deliberativo, sempre que possível, em paridade com governo e sociedade civil, possui competências para propor e formular resoluções municipais de meio ambiente quando as atividades são isentas de licenciamento pelo Estado (CONSEMA 372/2018). A **Figura 3** mostra a situação desses conselhos nos municípios entrevistados, sendo que 14 municípios informaram possuir conselho ativo e 8 deles realizam reuniões mensalmente.



**Figura 3** – Situação dos municípios quanto à implantação do Conselho Municipal de Meio Ambiente.

Fonte: Elaboradora pelas autoras (2017).

A obrigatoriedade da existência do Conselho Municipal de Meio Ambiente para auxiliar na gestão ambiental local, foi regrada no Brasil pela Lei Complementar 140/2011, sendo este um dos requisitos mínimos para os municípios estarem aptos ao licenciamento ambiental. Diante disso a existência dos conselhos ativos é de suma relevância para legislar sobre especificidades da região e auxiliar na fiscalização das mesmas.

No que se refere às condições em que os órgãos ambientais municipais se encontram quanto a sua capacitação para licenciar, mencionada e exigida na Resolução CONSEMA 372/2018, em seu Art. 6º:

Art. 6º - Considera-se órgão ambiental capacitado, para efeitos do disposto nesta Resolução, aquele que possui técnicos próprios ou em consórcio, devidamente habilitados em meio físico e biótico e em número compatível com a demanda das ações administrativas de licenciamento e fiscalização ambiental de competência do município.

§ 1º. Todos os municípios devem possuir em seu quadro no mínimo um licenciador habilitado e um fiscal concursado, designados por portaria, mesmo que o município opte por consórcio.

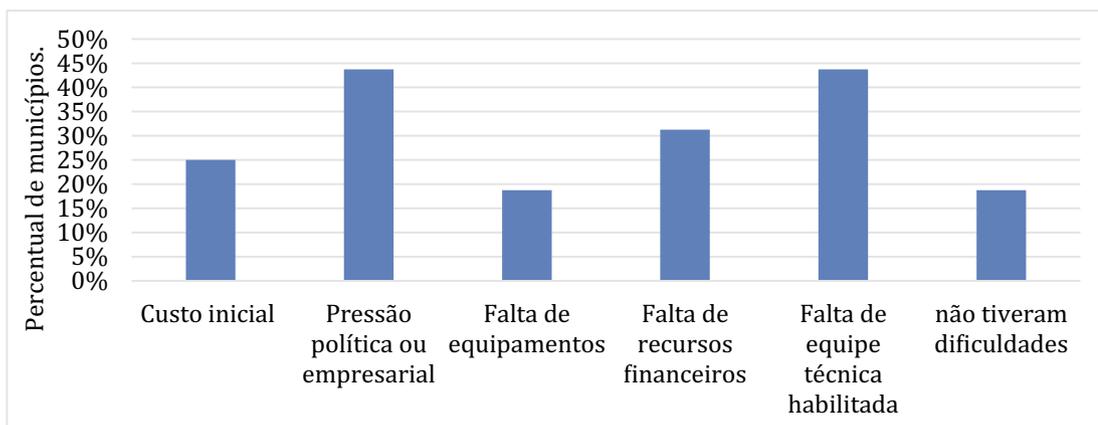
Nas visitas realizadas nos municípios do Litoral Norte gaúcho, verificou-se que todos os municípios possuem fiscal concursado, 81,25% dos municípios contam com um ou mais profissionais habilitados e 18,75% possuem equipe profis-

sional de empresa terceirizada. Todos os municípios contam em seu quadro técnico com, no mínimo, um Biólogo vinculado como servidor concursado, ocupante de cargo em comissão, ou contratado de empresa de terceirizada. Apenas, 18,75% dos municípios possuem, além do Biólogo, outros dois tipos de profissionais, tais como, geólogo ou engenheiro, sendo esses os municípios mais populosos da região, que correspondem a 43% da população do Litoral Norte, justificando essa demanda. Da mesma forma, que os municípios que terceirizam os serviços possuem apenas 8,4% da população do LN.

A área ambiental é, por natureza, multidisciplinar, isso quer dizer que raramente um profissional conseguirá abarcar todo o conhecimento necessário para licenciar algum tipo de empreendimento sozinho, e mais dificilmente ainda, terá habilitação para tal.

Blazina e Lipp-Nissinen (2010), em outro estudo com municipalidades do RS, averiguaram uma rotatividade nos quadros de pessoal, a falta de analistas devidamente qualificados, e a terceirização dos serviços de análise técnico-científica em considerável número de municípios. Tais situações não permitiam a estruturação ou manutenção de um histórico de atuação e procedimentos padronizados, de forma a orientar os novos servidores.

Em relação às dificuldades enfrentadas pelos municípios no presente estudo: 43,75% elencaram a pressão política ou empresarial e falta de equipe técnica habilitada como as maiores dificuldades. Falta de recursos financeiros, custo inicial e falta de equipamentos também foram indicados por 31,25%; 25% e 18,75%, respectivamente. E 18,75% dos entrevistados relataram que não tiveram qualquer tipo de dificuldade com a implantação do licenciamento ambiental. A **Figura 4** ilustra as principais dificuldades elencadas pelos entrevistados.



**Figura 4** – Dificuldades nos municípios com a implantação do licenciamento ambiental

Fonte: Elaboradora pelas autoras (2017).

Machado e Lipp-Nissinen (2012) concluem em seu estudo sobre os questionamentos dos municípios licenciadores que os mesmos carecem de maior valo-

rização setorial, programas de capacitação, materiais de referência impressos e melhorias nas páginas eletrônicas dos órgãos ambientais, aumentando a disponibilidade de informações atualizadas.

Dos municípios entrevistados, 25% destacaram que o custo inicial para tornar o sistema de licenciamento eficiente é oneroso. Por exemplo, um sistema de licenciamento ambiental *online*, facilita muito o trabalho dos técnicos pois possibilita o acesso às licenças ambientais e consulta de processos diretamente pela internet. Somente 37,5% dos municípios possuem este tipo de sistema implantado em suas cidades.

Após consulta aos sistemas *online* de licenciamento disponíveis, 37,5% dos municípios estão com o sistema em fase de ajustamento, onde o mesmo não está em pleno funcionamento. Diante desse resultado, pode-se apontar a carência de investimentos em tecnologia para agilização dos processos de licenciamento ambiental nos municípios do Litoral Norte gaúcho, ato que beneficiaria diretamente os contribuintes que vão em busca de seus licenciamentos.

As dificuldades apresentadas podem limitar a eficácia do licenciamento, mecanismo de proteção ambiental, o que pode tornar os riscos de degradação e exploração dos recursos naturais mais frequentes, distanciando-se do objetivo principal deste instrumento.

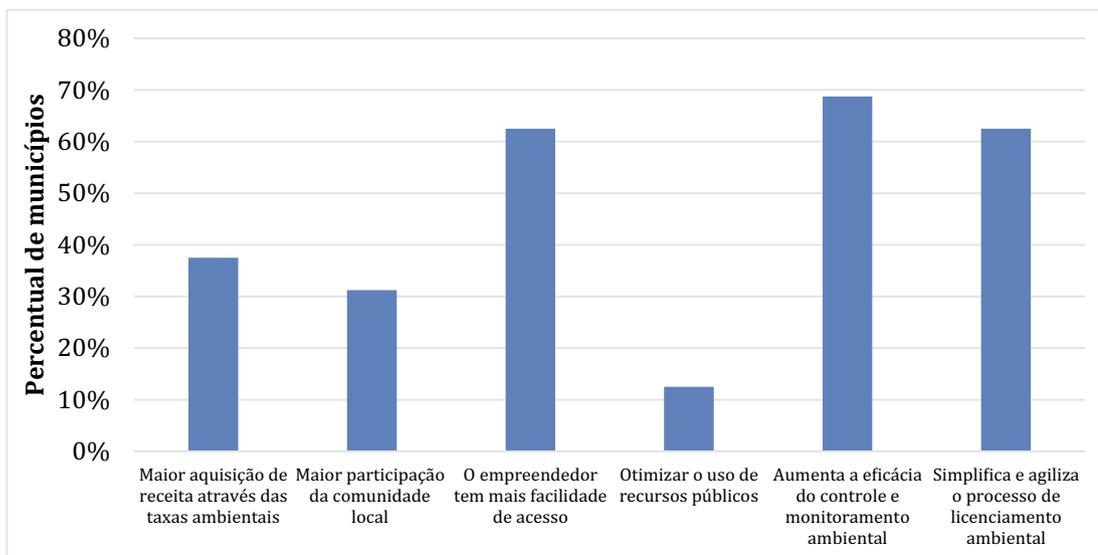
Durante as visitas e pelas conversas com os servidores, pode-se observar uma disparidade entre os municípios, devido a diversos fatores tais como: a falta de investimento e interesse do poder executivo em estruturar os órgãos ambientais, técnicos que não possuem competência para a análise e aplicação do licenciamento ambiental e a desestruturação da equipe dos setores na troca de gestão municipal, fazendo com que muitas vezes haja um retrocesso.

Ademais, notou-se pouca troca de informações entre os municípios quanto aos procedimentos do licenciamento ambiental e esclarecimento de dúvidas pontuais, por exemplo. Essa troca seria válida devido à similaridade das atividades desenvolvidas na região. Além disso, traria uma uniformidade nas exigências locais.

Referente às vantagens da implantação do licenciamento ambiental (**Figura 5**): 68,75% relataram o aumento da eficácia do controle e monitoramento ambiental, 62,5% dos municípios relatam uma maior facilidade de acesso e agilidade nos processos de licenciamento, isso se deve ao fato de que a proximidade da comunidade com os técnicos das secretarias de meio ambiente facilita o esclarecimento de dúvidas e dá maior clareza das condicionantes incidentes sobre cada tipo atividade e conseqüentemente, maior celeridade aos processos.

Conforme as entrevistas, a presteza para a obtenção de licença ambiental ao empreendedor proporciona uma quantidade maior de empreendimentos a virem se instalar no município e, conseqüentemente aumentando a arrecadação financeira do poder público municipal.

Esse tipo de pesquisa não permitiu avaliar a eficiência dos procedimentos de licenciamento ambiental em cada cidade, isso só seria possível se fossem avaliados indicadores como, por exemplo: tempo de emissão de licenças, número de licenças emitidas, indicadores de qualidade ambiental e etc.



**Figura 5** – Vantagens da implantação do licenciamento ambiental no Município.

**Fonte:** Elaborado pelas autoras (2017).

### Considerações finais

A análise dos dados referentes aos avanços e desafios na implantação do licenciamento ambiental nos municípios do Litoral Norte gaúcho mostrou que, mesmo com dificuldades, 100% dos municípios estão realizando o licenciamento ambiental. Dos 16 municípios que participaram da pesquisa, todos possuem fiscal concursado, 81,25% dos municípios contam com um ou mais profissionais habilitados e 18,75% possuem equipe profissional de empresa terceirizada. Dessa forma, encontram-se em concordância com os critérios da Resolução CONSEMA 288/14, revogada no ano de 2018 pela Resolução CONSEMA 372/18. Além disso, 14 municípios informaram possuir conselho de meio ambiente ativo e 8 deles realizam reuniões mensalmente.

A municipalização do licenciamento ambiental trouxe benefícios aos municípios, de acordo com a visão dos servidores do órgão ambiental, pode-se citar o aumento de recursos, a proximidade com a população local e satisfação dos empreendedores.

No entanto, muitos entrevistados informaram que ao longo do processo tiveram algumas dificuldades como a pressão política e/ou empresarial ocasionando situações desconfortáveis aos técnicos que trabalham na área. Este é um dos fatores mais preocupantes identificados ao longo da pesquisa, pois é essencial que as licenças sejam emitidas de acordo com as normas ambientais, já que objetivam a manutenção da qualidade ambiental e conseqüentemente um desenvolvimento sustentável para os municípios.

Entre as contrariedades, também destacam-se a insuficiência de recursos financeiros, falta de sistema informatizado e a falta de equipe técnica multidisciplinar habilitada, ocasionando diversos obstáculos para a gestão ambiental.

Através dos resultados apresentados, espera-se gerar subsídios para contribuir na melhoria da implementação de políticas e ações ambientais nos municípios.

## Referências bibliográficas

BLAZINA, E. G.; LIPP-NISSINEN, K. H. Contribuição ao conhecimento da evolução do licenciamento ambiental municipal no Rio Grande do Sul (RS). **FEPAM em Revista**, v.3, n.2, p.12-25, Jun/2010.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 22 fev. 2017.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140 de 08 de dezembro de 2011**. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do **caput** e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios [...] Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LCP/Lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

CARDOSO, L. L.; CARVALHO, S. E. A. A. Desafios para os municípios da região metropolitana de Salvador, Bahia, frente à descentralização do licenciamento ambiental. **RBCIAMB**, V.40, P. 57-68, Jun. 2016.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **PORTAL DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL**. Disponível em: <<http://www.licenciamentoambiental.rs.gov.br/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA – FEE. Corede Litoral. Disponível em <<https://www.fee.rs.gov.br/perfil-socioeconomico/coredes/detalhe/?corede=Litoral>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER - FEPAM. **Licenciamento ambiental municipal**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER - FEPAM. Base cartográfica. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases\\_geo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros 2015**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releas-es/9556-munic-2015-menos-de-1-3-dos-municipios-realizam-licenciamento-ambiental.html>. Acesso em: 24 out. 2017.

MACHADO, A. K.; LIPP-NISSINEN, K. H. Sistematização e análise dos questionamentos referentes ao licenciamento ambiental municipal no Rio Grande do Sul, Brasil, atendidos pelo Programa de Assessoramento Municipal da FEPAM/RS. **FEPAM em Revista, Porto Alegre**, v. 6, n. 2, P.13-22. jul./dez. 2012.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 11.520 de 03 de agosto de 2000**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/legiscomp/arquivo.asp?Rotulo =Lei%20n%BA%2011520&idNorma=11&tipo=pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA nº 372 de 17 de abril de 2018**. Dispõe sobre os empreendimentos e atividade utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul, destacando os de impacto de âmbito local para o exercício da competência municipal para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=357233>>. Acesso em: 22 de maio 2018.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO, MOBILIDADE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Perfil Socioeconômico COREDE Litoral**. 2015. Disponível em: <<https://planejamento.rs.gov.br/upload/arquivos/201512/15134132-20151117102724perfis-regionais-2015-litoral.pdf>>. Acesso: 22 mai. 2019.

# COMUNICAÇÃO TÉCNICA

## Avaliação de cianobactérias em dois corpos hídricos de água doce do estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil

Nina Rosa Rodrigues<sup>1,\*</sup> e Bruno Johann Savedra da Silva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Divisão de Laboratórios-Serviço de Análises Biológicas, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler-FEPAM, Rua Aurélio Porto,45, Porto Alegre, RS, CEP 90620-090, Brasil; e-mail: nina-rodrigues@fepam.rs.gov.br. \*Autora para correspondência.

<sup>2</sup>Universidade Luterana do Brasil-ULBRA, Campus Canoas , Av. Farroupilha, 8001, Canoas, RS, CEP 92425-020,Brasil; e-mail: brunojohann94@gmail.com

### RESUMO

Diferentes fatores físicos, químicos e biológicos do meio aquático constituem-se em parâmetros de avaliação da qualidade de águas, de acordo com normas da legislação ambiental. O órgão gestor ambiental estadual (FEPAM) monitora vários corpos hídricos, com usos que incluem consumo humano e atividades recreacionais. Entre os parâmetros biológicos monitorados encontram-se as cianobactérias, organismos potenciais produtores de cianotoxinas e outros metabólitos, e que podem atingir níveis de floração, principalmente em mananciais eutrofizados. Neste trabalho são apresentados resultados de análises quali-quantitativas de cianobactérias, durante o verão de 2012-2013 (novembro a março) em dois corpos hídricos de água doce: A) rio Gravataí (pontos próximos à nascente e foz, na região metropolitana de Porto Alegre), com vários usos, como abastecimento público, e B) Lagoa do Peixoto, em Osório, com uso de recreação, entre outros. As análises foram realizadas por microscopia óptica, pelo método de Sedgwick-Rafter. Das dezoito amostras avaliadas (treze da lagoa e cinco do rio) foi verificado que 75% das amostras, na lagoa, apresentaram densidades >50000 células/mL (acima da Resolução CONAMA 357/2005, para o uso de recreação de contato primário ou balneabilidade, na classe 2), enquanto no rio, duas, próximas à foz, apresentaram densidade >20000 células/mL, representando deterioração da qualidade ambiental, com potenciais riscos sanitários. Verificou-se ocorrência de fatores físico-químicos que contribuíram para as florações. A ocorrência de florações sucessivas, na lagoa, e episódicas, mas frequentes, no Gravataí, levaram a ações de monitoramento, como alertas aos banhistas e restrição de atividades potencialmente degradadoras, nos respectivos mananciais, por parte da FEPAM.

**Palavras – chave:** cianobactérias, monitoramento ambiental, qualidade de águas.

## Cyanobacteria evaluation in two freshwater bodies in Rio Grande do Sul State (RS), Brazil.

### ABSTRACT

Different physical, chemical and biological factors of the aquatic environment constitute parameters for the evaluation of water quality, in accordance with environmental legislation. The RS State Environmental Agency (FEPAM) monitors several water bodies, with uses that include human consumption and recreational activities. Biological parameters monitored include cyanobacteria, organisms that potentially produce cyanotoxins and other metabolites, which can reach blooming levels, especially in eutrophic water bodies. In this work, the results of qualitative and quantitative analyzes of cyanobacteria during summer of 2012-

2013 (November to March) in two freshwater bodies are presented: A) Gravataí river (points near the source and mouth, in the metropolitan region of Porto Alegre-RS), with various uses, such as public water supply, and B) Lagoa do Peixoto, in Osório-RS, a lagoon with recreational use, among others. The analyzes were performed by light microscopy using the Sedgwick-Rafter method. From the eighteen samples evaluated (thirteen from the lagoon and five from the river), 75% of the samples in the lagoon presented densities > 50000 cells/mL (above the limit of Resolution CONAMA 357/2005, for the use of primary contact recreation or bathing, in class 2), whereas in the river, two samples near the mouth presented densities > 20000 cells/mL, representing deterioration of environmental quality, with potential sanitary risks. It was verified the occurrence of physical-chemical factors that contributed to the blooming. The occurrence of successive blooms in the lagoon and episodic but frequent occurrences in the river led to monitoring actions by FEPAM, such as warnings to bathers and restriction to potentially degrading activities in the respective watersheds.

**Keywords:** cyanobacteria, environmental monitoring, water quality.

---

## Introdução

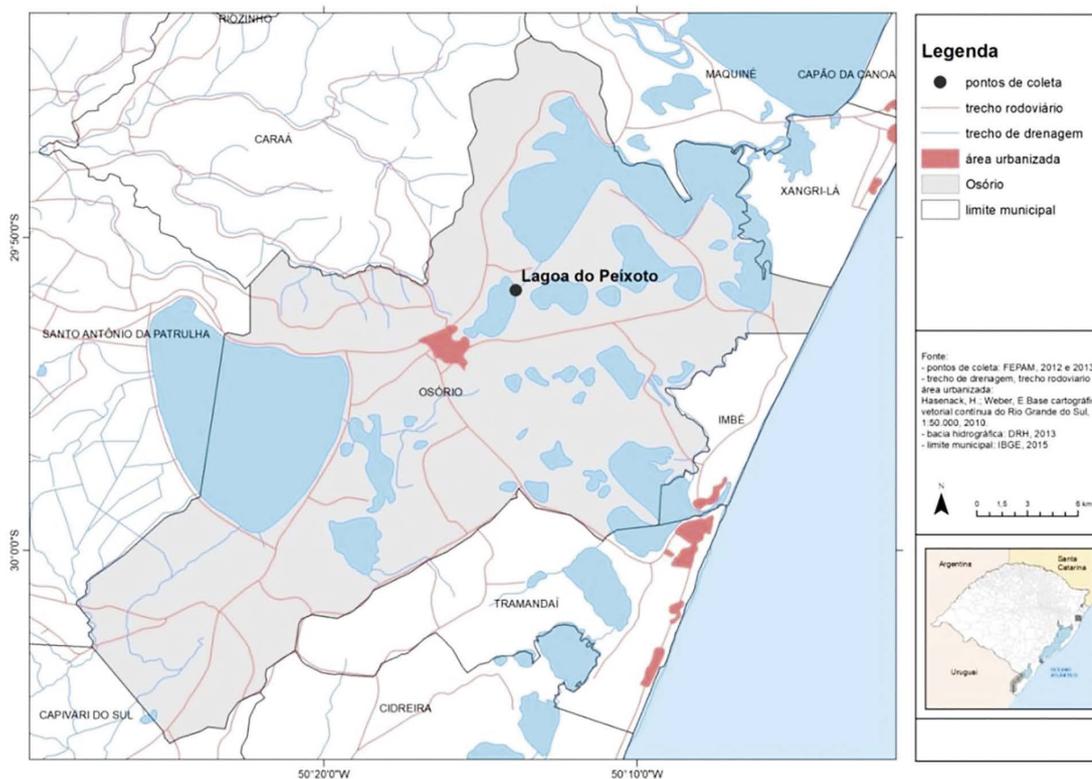
A qualidade das águas pode ser avaliada pela análise de fatores ou parâmetros físicos, químicos e biológicos, estabelecidos em normas da legislação vigente. Como responsável pela gestão ambiental no Estado, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) implementa ações de monitoramento, que preservam o meio ambiente, em atendimento a legislações específicas. No caso de corpos hídricos, o monitoramento é realizado através de análises laboratoriais, sendo que a verificação de valores e limites de concentração ou quantificação dos parâmetros definidos em normas, permite uma avaliação da qualidade do meio aquático (BAUMGARTEN, 2001). Como exemplo de normas protetivas, citam-se as Resoluções CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), que estabelece as diretrizes para as classes de águas, destinadas a determinados usos, e CONAMA 274/2000 (BRASIL, 2000), que estabelece as condições para a recreação de contato primário ou balneabilidade. Entre os parâmetros biológicos de monitoramento, estão as cianobactérias, organismos fitoplanctônicos (produtores primários da cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos), também conhecidas como algas cianofíceas ou azuis (ESTEVES, 1998). Ocorrem, em sua maioria, em ambiente de água doce, e são potencialmente tóxicos (SOUZA, 2006), sendo que as cianotoxinas podem exercer ações hepatotóxicas (microcistinas, nodularinas e cilindrospermopsinas) ou neurotóxicas (anatoxina-a, anatoxina-a(s) e saxitoxinas), além de ação de dermatotoxinas, com diversos sintomas e efeitos na saúde humana e biota aquática (CHORUS & BARTRAM, 1999; FUNASA, 2003). Ainda, podem produzir outros compostos bioativos que, embora não apresentando efeitos de toxicidade, podem resultar em alterações de certas características físico-químicas da água (SOUZA, 2006). Alguns fatores ambientais podem ter expressiva repercussão no desenvolvimento das cianobactérias. Assim, fatores físicos e químicos como luz, temperatura, pH, nitrogênio, fósforo, entre outros, podem influenciar no crescimento exagerado desses organismos, isto é, nas denominadas florações, o que tem se tornado comum em excesso de nutrientes causado principalmente por eutrofização artificial ou antropogênica (ESTEVES, 1998; FUNASA, 2003; CYBIS *et al.*, 2006). É importante ressaltar que alguns tipos de organismos fitoplanctônicos (principalmente do grupo das cianobactérias) podem

predominar nos corpos hídricos, por apresentarem características adaptativas aos fatores ambientais, conferindo-lhes maior vantagem na exploração dos ambientes (KOMÁREK, 2002; CETESB, 2004; WERNER, 2012). Entre os corpos hídricos de água doce monitorados estão o rio Gravataí (integrante da bacia hidrográfica do Lago Guaíba, que abrange a região metropolitana de Porto Alegre e a capital) e a Lagoa do Peixoto, em Osório. O Gravataí é um rio de planície, de baixa velocidade, sinuoso e com muitos meandros, tendo como principais usos de suas águas, na área superior, atividade agropecuária, e no seu curso inferior, predomínio do uso urbano-industrial, com despejos domésticos e abastecimento público. A Lagoa do Peixoto é rasa, costeira, sem influência salina, e utilizada para diversos fins, incluindo pesca, recreação e despejo de esgotos domésticos. O presente trabalho apresenta resultados de análises quali-quantitativas de cianobactérias, realizadas no período do verão, de novembro de 2012 a março de 2013, abrangendo simultaneamente o Projeto Balneabilidade e a Rede Básica de Monitoramento, em amostras da Lagoa do Peixoto e do rio Gravataí, respectivamente.

## Material e Métodos

### Área de estudo

Amostras foram coletadas na Lagoa do Peixoto, em seu Balneário Prainha, (29° 86' 63"S, 50°23'11"W), localizada no município de Osório (**Figuras 1 e 2**), e no rio Gravataí, próximo da sua nascente, no município de Glorinha: 29° 59' 21"S, 50°

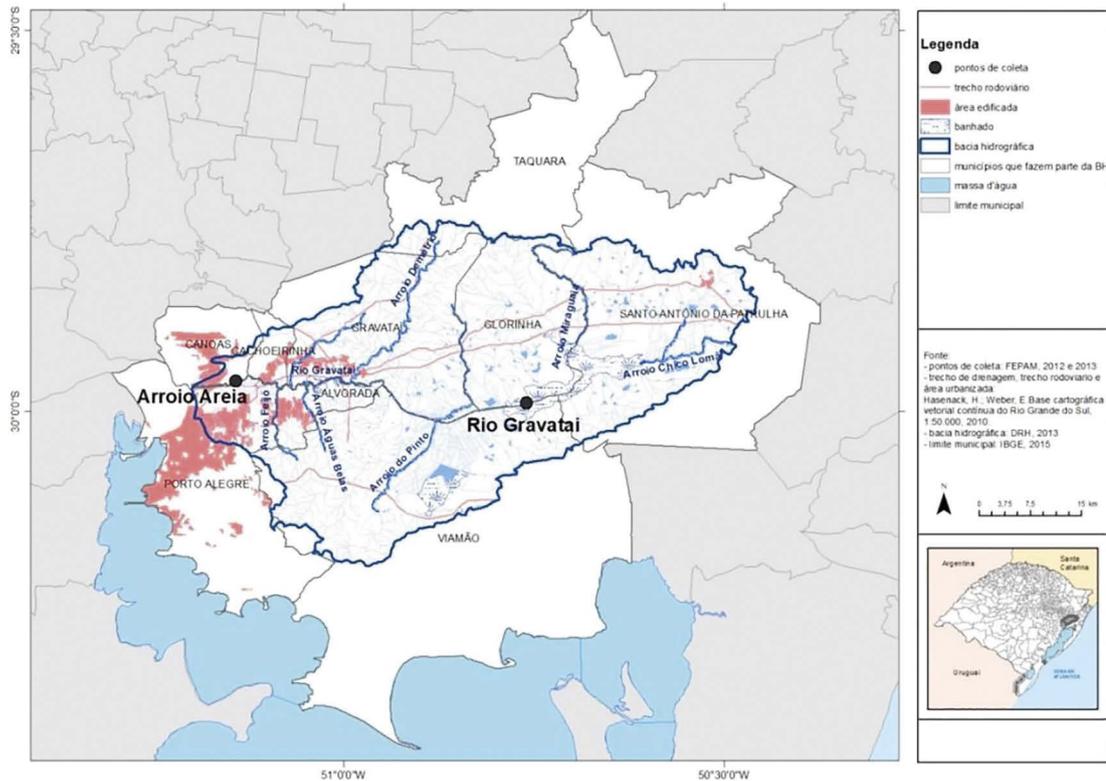


**Figura 1** – Localização da Lagoa do Peixoto (Osório) e ponto de coleta no Balneário Prainha.



**Figura 2** – Lagoa do Peixoto durante episódio de floração junto ao Balneário Prainha, Osório-RS. Fotografia do acervo SEAB/DILAB/FEPAM

36' 05" W (ponto RG-N); e próximo à foz, na jusante do arroio Areia, zona norte de Porto Alegre: 29° 57' 37" S, 51° 08' 34" W (ponto RG-F; **Figuras 3 e 4**).



**Figura 3** – Localização do rio Gravataí e pontos de coleta (Glorinha e zona norte de Porto Alegre).



**Figura 4** – Coleta no ponto RG-F, próximo à foz do rio Gravataí, junto à zona norte de Porto Alegre. Fotografia do acervo SAMOST/DILAB/FEPAM.

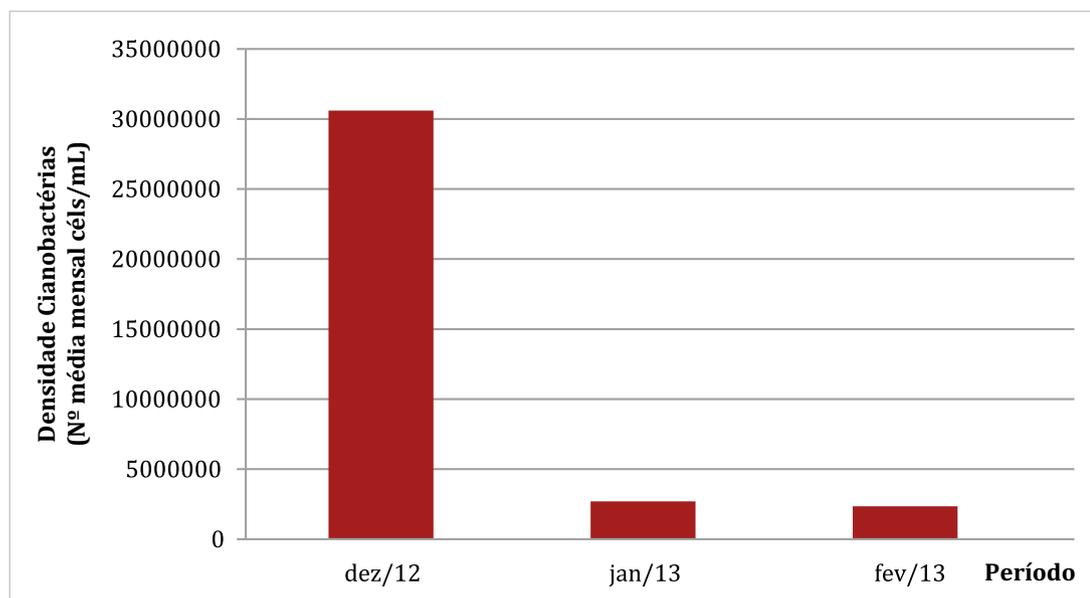
### Amostragem e análises

No período de estudo, um total de 18 amostras de águas superficiais foram coletadas pelo Serviço de Amostragem, de acordo com procedimentos e programação de rotina junto aos Laboratórios da FEPAM (BRANDÃO, 2011; FEPAM, 2017a), para a Rede Básica de Monitoramento e Projeto Balneabilidade. Treze amostras foram coletadas na Lagoa do Peixoto, junto ao Balneário Prainha, e cinco (em programação bi-mensal) no rio Gravataí: duas no ponto RG-N e três no ponto RG-F. As análises quali-quantitativas foram realizadas em microscópio óptico binocular, com câmara de Sedgwick-Rafter, e com auxílio de retículo de Whipple (APHA, 2005; CETESB, 2005). As análises qualitativas, das amostras brutas, envolveram a observação da diversidade do fitoplâncton e identificação taxonômica em nível de gênero das cianobactérias, com utilização de nanquim para auxílio na visualização de bainhas mucilaginosas. A identificação seguiu o sistema de Komárek & Anagnostidis (1989, 1998 e 2005) e ainda Bicudo, 2006. Para as análises quantitativas, isto é, da contagem das densidades de cianobactérias, as amostras foram preservadas com lugol acético (mantidas refrigeradas, pelo menos 24 horas antes da análise), homogeneizadas e preparadas na câmara para análise no microscópio óptico, previamente calibrado. As contagens foram realizadas por meio de transectos ou campos aleatórios.

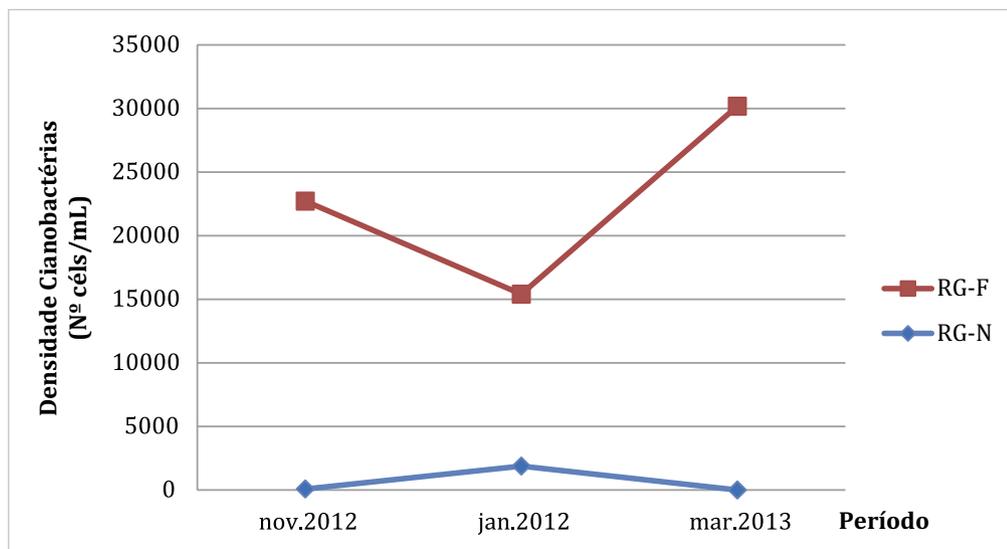
### Resultados e Discussão

Verificou-se que, na Lagoa do Peixoto, a média mensal da densidade de cianobactérias das amostras coletadas em dezembro/2012 foi 306.072 células/mL; em janeiro e fevereiro de 2013, as médias foram de 269.575 e de 23.436 células/

mL, respectivamente (**Figura 5**). Um total de 75% das amostras de dezembro apresentou densidades acima de 50000 células/mL, a qual é limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005, para o uso de recreação de contato primário, nas águas classe 2. Verificou-se que 75% das amostras de dezembro foram coletadas em condições de ausência de chuva e temperatura maior que 25°C, enquanto que em fevereiro de 2013, a proporção destas condições ficou em 50%. Em janeiro, as condições foram intermediárias. Embora com apenas algumas medidas de pH, essas se mantiveram acima de 6, além de intensidade de vento de fraca à média. Apenas estes fatores já indicam alterações ambientais que influenciam na densidade das cianobactérias. O gênero melhor representado, de todas as amostras da lagoa, foi *Dolichospermum*, (38,5%, contra 30,8% do segundo) com espécies potencialmente produtoras de neuro e hepatotoxinas. Já no rio Gravataí, mesmo com poucas amostras (somente duas, em RG - N), verificou-se que as amostras coletadas em novembro de 2012 e março de 2013, junto à foz, apresentaram densidade de cianobactérias de 22633 e 30183 células/mL, respectivamente (**Figura 6**). Isto representa comprometimento de sua qualidade hídrica (remetendo a questões de reenquadramento de classes de águas doces, pela mesma resolução acima), com potenciais riscos para usos como consumo humano, conforme legislação sanitária vigente (Portaria Ministério da Saúde nº 2.914/2011). Embora nestes dois momentos de coleta, a temperatura da água estivesse igual ou maior que 25 °C, e o pH acima de 6, observou-se ocorrência de chuva e vento fraco na coleta de março. Igualmente, apenas estes fatores, indicam influência, juntamente com outros, sobre o crescimento das cianobactérias. O gênero melhor representado de todas as coletas no rio foi *Planktothrix*, com espécies potencialmente produtoras de hepatotoxinas.



**Figura 5** – Média mensal de densidade de cianobactérias, na Lagoa do Peixoto, em número de células/mL, durante o verão 2012-2013.



**Figura 6** – Densidade de cianobactérias do rio Gravataí, em células/mL, durante o verão 2012-2013.

O rio Gravataí, embora sendo um corpo lótico, o qual apresentaria menores condições para desenvolvimento de florações do que um corpo lântico (como a lagoa), ainda assim registrou esses episódios, junto à foz. Suas características físicas e hidrodinâmicas, nesse ponto, além do fato de ser integrante da bacia hidrográfica da região mais urbanizada do Estado, podem estar relacionados a essas e outras ocorrências detectadas anteriormente pelo monitoramento de rotina de suas águas (RODRIGUES & HAAS, 2007). Para o monitoramento da FEPAM, a análise de cianobactérias representou mais um parâmetro de avaliação de qualidade em águas destinadas à balneabilidade, quando foi integrada ao respectivo Projeto, desde o verão 2009-2010, com análises em pontos considerados críticos, ou seja, locais que apresentassem eutrofização, relato de ocorrência de florações e/ou alto índice de contaminação por coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Assim que ocorreram os episódios de floração na Lagoa do Peixoto, durante o Projeto Balneabilidade, a FEPAM divulgou alerta de condições impróprias para atividades recreacionais, para a população frequentadora do balneário local, embora tais alertas sejam divulgados muito mais em função dos parâmetros microbiológicos. Não foram tomadas medidas mais restritivas em relação ao balneário, como previstas pela Resolução CONAMA 274/2000, embora com registros de outros episódios (FEPAM, 2017b). Também, em um estudo anteriormente realizado, foi verificada ocorrência de florações tóxicas em águas desta lagoa (CANTO *et al.*, 2012). Em relação a rios impactados, como o Gravataí, vêm sendo tomadas medidas de restrição de atividades com potencial de degradar a qualidade dessas águas (FEPAM, 2017c). Entre outras ações de gestão ambiental, têm sido firmados novos convênios e parcerias com alguns órgãos, como o Programa QUALIÁGUA, junto ao Programa Nacional da Qualidade das Águas, da Agência Nacional das Águas, para aprimoramento das análises laboratoriais (SOARES, 2017).

## Conclusões

Apesar do objetivo do trabalho não ter sido a comparação entre um corpo hídrico lântico e um lótico, verificou-se que 44 % das amostras, entre a Lagoa do Peixoto e o rio Gravataí, no período do verão 2012-2013, apresentaram densidade de cianobactérias acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente ou que representam riscos, em função dos usos. Foram tomadas medidas relacionadas ao monitoramento e fiscalização, com incremento em programas e ações que são muito importantes para a redução da degradação do ambiente aquático, com melhoria da qualidade de corpos hídricos no Estado.

## Agradecimentos

Aos Biólogos João Alberto Fabrício Filho (FEPAM) e Simone Haas (CEVS/SES-RS), à Geógrafa Lilian Maria Waquil Ferraro (FEPAM) e à acadêmica de Biologia Bruna Geordana Carvalho Barbosa (PUCRS), pelos apoios no trabalho; ao CNPq e à FEPAM pela bolsa de Iniciação Científica a Bruno Johann Savedra da Silva, aluno da ULBRA.

## Referências Bibliográficas

APHA - American Publication Health Association. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington: APHA, 2005.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A.: **Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental**– Ed. FURG. Rio Grande, 2001. 166p.

BICUDO, C. E. M. (Org.); MENEZES, M. (Org.). **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições**. 2. ed. São Carlos: RiMa Editora, 2006. v. 1. 498 p. ISBN 85-7656-064-X.

BRANDÃO, C. J., *et al.* **Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000**. Dispõe sobre os padrões de qualidade da água para recreação de contato primário (balneabilidade), e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 de janeiro de 2001.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente, **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de março de 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> Acesso em 21. jun. 2018.

CANTO, C. D. J. do; HAAS, S.; YUNES, J. S.; RODRIGUES, N. R. Cianobactérias e florações tóxicas no Rio Grande do Sul: um estudo de caso da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). In: **VIII Jornada de Iniciação Científica-Meio Ambiente – FEPAM/FZBRS**. 2012, Porto Alegre. Resumos... Porto Alegre: 2012. CD-ROM.

CETESB. Identificação e contagem de algas fitoplanctônicas com ênfase em cianobactérias (algas azuis): noções básicas. São Paulo; 47 p. Ilus. (**Série Cursos e Treinamentos**), 2004.

CETESB. Determinação de fitoplâncton de água doce. Métodos qualitativo e quantitativo. São Paulo, **CETESB (Norma Técnica-06. Determinações biológicas, L5.303)**. 23 p., 2005.

CHORUS, I.; BARTRAM, J., (Ed.). **Toxic Cyanobacteria in Water – A Guide to their Public Health Consequences, Monitoring and Management**. WHO, London: E & FN Spon, 1999. ISBN 0-419-23-930-8.

CYBIS, L. F.; BENDATI, M. M. A.; MAIZONAVE, C. R. M.; WERNER, V. R.; DOMINGUES, C. D. **Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: caso da Represa Lomba do Sabão e Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 64 p. ISBN 85-7022-153-3.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, Interciência, 1998.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - FEPAM, 2017a. Qualidade Ambiental. Monitoramento da água. Região Hidrográfica do Guaíba. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor\\_agua.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/monitor_agua.asp)> Acesso em novembro 2017

FEPAM, 2017b. Qualidade Ambiental: Balneabilidade 2017. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/balneabilidade.asp>> Acesso em novembro 2017.

FEPAM, 2017c. Fepam autua produtores de arroz por descarte irregular no rio Gravataí. Notícias ambientais. Em 1/11/2017. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/fepam-autua-produtores-de-arroz-por-descarte-irregular-no-rio-gravatai>> Acesso novembro 2017.

FUNASA. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 2003. 56p.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes 4 – Nostocales. **Algological Studies**, Stuttgart, v. 56, p. 247-345, 1989.

\_\_\_\_\_. Cyanoprokaryota: Teil. Chroococcales. In: ETTL, H. et al. (Ed.) **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Berlin: Gustav Fischer, v. 19, pt. 1, il. 1998.

\_\_\_\_\_. Cyanoprokaryota: Teil. Oscillatoriales. In: BÜDEL, B. et al. (Ed.) **Süßwasserflora von Mitteleuropa**. Berlin: Heidelberg: Elsevier/Spectrum, v. 19, pt. 2, il. 2005.

KOMÁREK J. & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ J. (2002): Contribution to the knowledge of planktic cyanoprokaryotes from central Mexico. – **Preslia**, Praha, 74: 207–233. 2002.

RODRIGUES, N. & HAAS, S. Monitoramento de cianobactérias no Rio Gravataí (Rio Grande do Sul – Brasil). In: **VIII Congresso SETAC LA 2007**, Montevideu, Uruguai. Anais... Montevideu, 2007.

SOARES, M.F. Participação da FEPAM no 2º Ensaio de Proficiência por Comparação Interlaboratorial da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais. **FEPAM em Revista**, v.11, p. 73 (Relato de Evento), 2017. Disponível em <[http://www.fepam.rs.gov.br/fepam-emrevista/downloads/FEPAM\\_Revista\\_2017.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/fepam-emrevista/downloads/FEPAM_Revista_2017.pdf)> Acesso em dezembro de 2017.

SOUZA, R. C. R. Introdução. In: SANT'ANNA, C. L. et al. **Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras**. São Paulo: Sociedade de Ficologia; Rio de Janeiro: Interciência, 2006. , cap. 1, p. 1-4. ISBN 85-7193-140-2.

WERNER, V. R. **Aspectos econômicos e ecológicos de Cianobactérias**. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Curso PDF- Museu de Ciências Naturais. Porto Alegre, 2012.

# RELATO DE EVENTO

## Seminário de iniciação científica apresenta pesquisas desenvolvidas na FEPAM

Katia Helena Lipp Nissinen<sup>1,\*</sup>, Vanessa M. G. Trindade<sup>2</sup> e Laura Maria<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Divisão de Laboratórios, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler,

<sup>2</sup>Assessoria de Comunicação FEPAM/SEMA, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura  
Av. Borges de Medeiros, 261, Porto Alegre, RS, CEP 900020-021

<sup>1</sup>katiahln@fepam.rs.gov.br ; <sup>2</sup>imprensa@sema.rs.gov.br. \*Autora para correspondência.

O **Seminário de Estudos Ambientais PIBIC-FEPAM 2019** ocorreu na sede da Fundação em Porto Alegre nos dias 23 e 24 de setembro de 2019. Durante o evento, foram apresentados trabalhos de pesquisa desenvolvidos por bolsistas de graduação universitária, sob a orientação de 13 profissionais da FEPAM, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) outorgado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

O Seminário, que completa 15 anos de apresentações do PIBIC da FEPAM, expôs pesquisas relacionadas à qualidade da água, incluindo avaliações de impacto do lançamento de efluentes em rios e lagoas, análise de genotoxicidade de amostras de água para o abastecimento público, análises temporais de matas ciliares usando imagens de satélite para avaliar a eficácia da legislação de recomposição florestal, estudos sobre espécies exóticas e de manejo de animais em áreas licenciadas. Também foram apresentados trabalhos avaliando cenários presentes e potenciais do licenciamento nas estratégias de proteção ambiental no RS, diagnóstico e monitoramento de poluentes atmosféricos, levantamento de áreas com potencial para geoparques, e sobre a elaboração de materiais de referência auxiliares à gestão ambiental em municípios.

“Durante toda minha formação acadêmica fui pesquisadora, então reconheço a importância desse ambiente de pesquisa. Além disso, os regramentos utilizados na FEPAM são baseados em conhecimentos técnicos que, na maioria das vezes, vêm dessa área. Por isso, tanto o PIBIC quanto o Seminário são tão importantes dentro da Fundação”, afirma a Diretora-Presidente da FEPAM, Eng. Florestal Dra. Marjorie Kauffmann.

O PIBIC é um programa de fomento nacional que apoia a iniciação científica em instituições que são selecionadas pela qualificação de seu pessoal e infraestrutura. O CNPq concede cotas de bolsas para, anualmente, serem preenchidas por estudantes de graduação. “A partir dos trabalhos de pesquisa expostos, podem ser desenvolvidas, por exemplo, diretrizes, metodologias e verificações

diagnósticas, aplicáveis aos objetivos da FEPAM. Os debates incentivam e auxiliam no planejamento de estudos futuros. E, assim, também é possível aprimorarmos o trabalho já em desenvolvimento hoje”, ressalta a analista ambiental da FEPAM e coordenadora do PIBIC, Biól. Dra. Katia Helena Lipp Nissinen.

O Programa proporciona a aproximação entre universitários e analistas ambientais doutores e mestres, promovendo, através da execução de projetos, a ampliação das áreas de conhecimento acadêmico e profissional dos bolsistas, e favorecendo sua inserção no mercado de trabalho. Os estudantes também são estimulados a conhecer na prática as várias formas de atuação do Órgão Ambiental.

“Participar do Programa para mim trouxe a possibilidade de executar um trabalho que pode ser aprofundado e utilizado depois para um motivo maior. Saio daqui conhecendo um pouco mais sobre como funcionam os trabalhos técnicos e as leis relacionadas ao licenciamento, o que vai ajudar muito pelo resto da minha trajetória acadêmica”, diz o estudante de Ciências Biológicas Kewen Dias.

As atividades do Programa PIBIC são acompanhadas por uma Comissão Científica Externa, representando o CNPq, e uma Comissão Interna que, conjuntamente, são responsáveis pelo regramento, avaliação e manutenção do Programa. Compõem as duas comissões, pesquisadores e/ou docentes de diferentes áreas do conhecimento das Ciências Ambientais, com titulação de doutorado, ou formação compatível, e reconhecida experiência.

Neste evento, como parte dos requisitos do CNPq, as 15 apresentações orais e na forma de resumos e de pôsteres foram avaliadas por bancas compostas por especialistas convidados de outras instituições e membros do corpo técnico da FEPAM. A função das bancas é importante para o alcance dos objetivos do PIBIC. Através das avaliações, pontos positivos são reforçados e apontados itens necessitando aprimoramento, tanto no desenvolvimento dos projetos, quanto na forma de apresentação pelos alunos. O Seminário neste ano contou com a participação dos seguintes pesquisadores nas bancas de avaliação: Daniela Montanari Migliavacca Osório (FEEVALE), João Fabrício Filho (FEPAM), Leonardo Marques Urruth (SEMA), Luiza Chomenko (SEMA/FEPAM), Nina Simone Villaverde Moura (UFRGS), Rafael Rodrigues Dihl (ULBRA), Raquel Fontoura Freiry (UNISINOS), Raquel Barros Binotto (CPRM) e Márcio D’Ávila Vargas (FEPAM).

Os resumos dos trabalhos apresentados estão disponibilizados na internet através do link <http://www.fepam.rs.gov.br/programas/pibic/index.asp>, onde também é possível acessar os anais dos eventos anteriores.



Foto: ASSCOM-SEMA/FEPAM



Foto: acervo de Katia Lipp Nissinen

# RELATO DE EXPERIÊNCIA

## Programa Qualiágua: contrato completa três anos no Rio Grande do Sul

Andrea Cassia de Melo Machado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Divisão de Laboratórios (DILAB), Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), andrea-machado@fepam.rs.gov.br

---

Firmado entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e o estado do Rio Grande do Sul (RS), através da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Rössler (FEPAM) em abril de 2016, o Contrato Qualiágua é um Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água e tem a finalidade de incentivar e capacitar os entes federativos da União para a realização do monitoramento dos recursos hídricos de seus estados. O incentivo se dá através do pagamento por resultado de análise laboratorial divulgado, de acordo com o processo de certificação das metas alcançadas.

As metas previstas estão divididas em dois tipos: 1) Metas de Monitoramento e Divulgação, que são definidas pelo número mínimo e frequência de pontos amostrados e analisados, de parâmetros analíticos e de pontos com medição de vazão; e 2) Metas Estruturantes, que envolvem a capacidade de implantar novos pontos amostrais a cada período de certificação (ano), a capacitação do corpo técnico em cursos relacionados à qualidade da água e a participação em Ensaios de Proficiência por Comparação Interlaboratorial.

Em maio de 2019, o programa completou três anos de execução, alcançando com êxito os objetivos estabelecidos no plano de metas. Atualmente a FEPAM executa o plano de metas referente ao 4º (quarto) período de certificação, o qual prevê a amostragem de 167 pontos trimestrais em recursos hídricos do RS, totalizando aproximadamente 14 mil análises somente neste ano. Os recursos financeiros têm garantido o cumprimento das metas do contrato, uma vez que possibilita a aquisição de bens de consumo, equipamentos e pagamento de custos com as viagens de atendimento à rotina de amostragem e análises da Divisão de Laboratórios (DILAB) da FEPAM. A realização de cursos de capacitação para os analistas envolvidos no programa e a participação em Ensaios de Proficiência (EP) para atestar a qualidade das análises realizadas na DILAB são importantes para a comprovação e reconhecimento do desempenho da DILAB e fornecem confiança adicional às análises e metodologias aplicadas.

O extenso banco de dados, com mais de 25 mil análises realizadas em três anos de programa de monitoramento, é um fonte valiosa e imprescindível de informações e fornece subsídios estratégicos para a gestão ambiental do Estado.

As atividades essenciais para atendimento do plano de metas ao longo de 5 (cinco) anos de contrato se concentram especialmente na DILAB/FEPAM, com o apoio das agências regionais e do Departamento de Qualidade Ambiental. Da DILAB, que conta com o Serviço de Amostragem, o Serviço de Análises Químicas e o Serviço de Análises Biológicas, dependem a programação das viagens de acordo com a frequência amostral, a geração de laudos de coleta, montagem e distribuição da frascaria de coleta, determinação analítica de parâmetros de campo, físico-químicos e biológicos, preenchimento de banco de dados e avaliação da consistência dos resultados das análises. A partir desses trabalhos, é produzido o Laudo de Análise, que é fornecido à ANA para a composição do cenário nacional de qualidade dos recursos hídricos.

Após o cumprimento das metas, progressivas em número de pontos monitorados, ao final de 5 (cinco) anos, espera-se que a FEPAM tenha recebido aproximadamente R\$ 2.900.000,00, operacionalizado uma rede de 195 pontos trimestrais ao longo de todas as regiões hidrográficas do Estado e aparelhado a DILAB. Desse modo, o Órgão Estadual de Meio Ambiente estará sendo fortalecido para dar continuidade às ações de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos.

Na essência, o objetivo do Qualiágua vem sendo atingido no RS, contribuindo para a elaboração de um panorama nacional da qualidade dos recursos hídricos de todo território brasileiro, e possibilitando um planejamento de ações e recursos em metas progressivas da melhoria da qualidade ambiental.



Fotos: acervo da Divisão de Laboratórios - DILAB/FEPAM.

# BIBLIOGRAFIA COMENTADA

## FEPAM: raízes, trincheira e farol

Wenzel, J. A.; Editora Gazeta, 2ª ed. ampliada e revisada, 2019, 580p.

O livro detalha a história da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, órgão público ambiental do Rio Grande do Sul. Seu autor, José Alberto Wenzel, geólogo e escritor, com larga atuação em cargos legislativos e executivos do município de Santa Cruz e do Estado do RS, é analista ambiental, concursado, da FEPAM. Para Wenzel, no momento atual, de intensos debates sobre acontecimentos presentes e prognósticos negativos para o meio ambiente mundial, a leitura e a reflexão sobre políticas e ações públicas em proteção e preservação são muito oportunas. A seguir apresentamos um resumo da resenha do livro pelo seu autor.

A obra busca, pelas raízes, o reconhecimento do caráter de trincheira da preservação ambiental, aliada ao desenvolvimento saudável e a assunção do papel de protagonismo orientador assumidos pela FEPAM, que se constituem no cerne da obra FEPAM: RAÍZES, TRINCHERIA E FAROL, tanto em sua primeira edição de 2015, quanto nesta segunda e ampliada edição lançada em 24 de setembro de 2019.

A narrativa é distribuída em sete capítulos. O primeiro trata do transcurso civilizatório do Estado do Rio Grande do Sul sob o enfoque ambiental, cobrindo as principais ações ambientalistas desenvolvidas entre 1900 e 2000. De 1900 a 1974, acentuou-se o enfoque sanitário no Estado, em conjunto com a obra descritiva de 1942 do Padre Rambo, as crônicas preservacionistas de Henrique Roessler a partir de 1957, a surgência naturalista dos movimentos ecológicos pioneiros - a UPAN em 1955 e a AGAPAN em 1971, e a Conferência da ONU de Estocolmo em 1972 - nascedouro oficial do conceito de sustentabilidade. Na sequência da criação a nível nacional da Secretaria Especial do Meio Ambiente da Presidência da República em 1973, nasce no Estado a Coordenadoria de Controle do Equilíbrio Ecológico (1974), que daria lugar ao Departamento do Meio Ambiente (1979) e esse à FEPAM, criada em 1990. Inicialmente vinculada à Secretaria de Estado

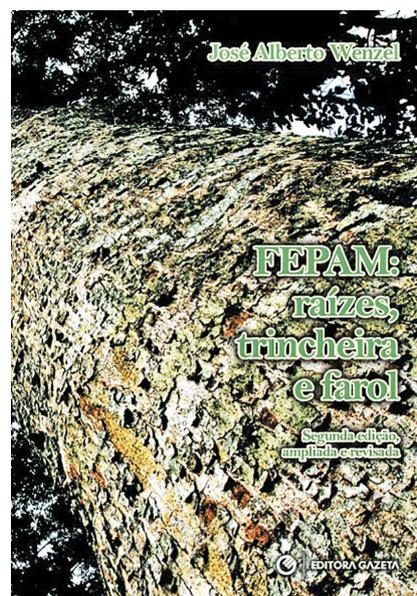


Foto: Sílvio Ávila

da Saúde, a FEPAM passou a integrar a Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, com a criação dessa em 1999, juntamente com a Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZBRS).

O segundo capítulo relata, brevemente, sobre alguns dos importantes programas ambientais e outras iniciativas, como Balneabilidade, Gerenciamento Costeiro - GERCO, Mata Atlântica, Ar do Sul, SIGA, Peraí, Zoneamentos, Plano Estadual de Resíduos, RS Biodiversidade, SIRAM, CAR, Qualiágua, Sala de Situação, Sala de Atendimento Integrado, Sistema *Online* de Licenciamento - SOL, dentre outros, desenvolvidos pelo órgão ambiental e suas parcerias.

Eventos balizadores (por exemplo, poluição da Celulose Borregaard, Pólo Petroquímico, praia vermelha de Hermenegildo, controle dos curtumes e dos agrotóxicos, vazamento de ácido do navio Bahamas, extração de areia do rio Jacuí, Operação Concutare, extinção da FZBRS) de significativa influência na atuação da FEPAM apresentam-se demonstrados no capítulo terceiro.

O licenciamento ambiental, face mais visível de atuação da FEPAM, encontra no quarto capítulo do livro a sua exposição e, em termos estatísticos, as ações de aceleração e descentralização. Transparece a íntima relação entre a demanda por licenciamentos ambientais e os períodos de desenvolvimento ou de desaceleração da economia.

Prestes a completar 30 anos, a FEPAM resulta do esforço de seus servidores, do desejo da sociedade e da resposta e decisão de seus governantes; temática desenvolvida no capítulo quinto. Nesse se inclui também a criação da Associação dos Servidores da FEPAM – ASFEPAM, em 1992, as mudanças de endereço e de relações funcionais. O sexto capítulo sintetiza os cenários históricos da Fundação: Sanitarista (1900/1974), Licenciatório (1974/2015) e Licenciatório Integrador (2015/atual). Há o fim de se definir dois painéis: a FEPAM herdeira das virtudes e dificuldades, e a FEPAM zelosa. Ali são estabelecidas assertivas e sugeridas 26 propostas, algumas em vigor e necessitando revigoração ou aperfeiçoamento e outras aguardando implementação. É dito que a busca por uma nova metodologia ambiental (previamente caracterizada como “Interfacial”) constitui-se na mais recente e desafiadora fronteira do conhecimento/avaliação/ação ambiental.

No capítulo sétimo, sob o marco temporal do disposto no Decreto Estadual Nº 54.550, de 02 de abril de 2019, de reestruturação da SEMA em SEMAI (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Infraestrutura), a obra é concluída. Um convite para a corresponsabilidade ambiental é endereçado a todos, uma vez que a FEPAM/SISTEMA AMBIENTAL não se abriga em determinado endereço ou se enclausura em si mesma, e sim nas atitudes permeáveis de cada gaúcha e gaúcho.

A obra pode ser acessada no seguinte endereço eletrônico:

<http://www.editoragazeta.com.br/produto/fepam-raizes-trincheira-e-efarol/>

José Alberto Wenzel,  
Divisão de Planejamento, DIPLAN/DQA, FEPAM,  
e-mail: josealbertowenzel@gmail.com

# NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

## 1. Normas gerais para apresentação dos trabalhos

- 1.1 O estilo de redação deverá ser claro e coerente na exposição das idéias, observando-se o uso adequado da linguagem. Recomenda-se que o trabalho passe por uma revisão gramatical especializada antes de sua submissão à Comissão Editorial;
- 1.2 Os trabalhos deverão ser digitados com o editor de texto Microsoft Word versão 6.0 ou superior;
- 1.3 Em folha anexa ao corpo do texto, deverão constar, centralizados o(s) nome(s) completo(s) do(s) autor(es) (ou, se necessário, a forma preferencial de sua citação), fonte 12, em negrito, espaço 1,0 entre linhas, separado(s) por espaço duplo do nome e local da instituição a qual está(ão) vinculado(s), em fonte 11;
- 1.4 No caso de trabalho elaborado por vários autores, designar o autor para envio de correspondência, com endereço postal completo e e-mail;
- 1.5 Os títulos e subtítulos deverão estar em negrito e ter apenas a primeira letra da primeira palavra em maiúscula.
- 1.6 O texto deverá ser escrito em português, utilizando-se o tipo Cambria, com tamanho de fonte 12, espaço 1,15 entre linhas e parágrafos, alinhamento justificado, folha A4, páginas não numeradas, margens superior e inferior com 2,5 cm, margem esquerda com 4,5 cm e margem direita com 2,5 cm;
- 1.7 Palavras estrangeiras deverão ser citadas em itálico. Nomes científicos de espécies e substâncias químicas, bem como unidades de pesos e medidas, deverão obedecer a regras e padrões internacionais;
- 1.8 As referências bibliográficas deverão estar de acordo com a NBR-6023 da ABNT;
- 1.9 Os trabalhos deverão ser encaminhados por e-mail para: [comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br](mailto:comissaoeditorial@fepam.rs.gov.br).

## 2. Normas específicas

- 2.1 A avaliação inicial dos trabalhos incluídos nas categorias Artigo, Revisão de Literatura, Comunicação Técnica e Tradução de Trabalho será realizada pelos membros da Comissão Editorial, que decidirão sobre a sua aceitação na íntegra, a aceitação mediante adequação prévia, ou a recusa. Trabalhos aceitos previamente serão, na sequência, avaliados por pareceristas *ad hoc* no processo *blind review*. Tal prática assegura isenção, agilidade e objetividade no processo de seleção dos trabalhos;
- 2.2 Extensão dos textos: Artigo, Revisão de Literatura e Tradução de Trabalho deverão ter no mínimo 08 laudas (páginas tamanho A4) e no máximo 12 laudas. Comunicações Técnicas deverão ter no máximo 06 laudas. A Comissão Editorial poderá deliberar, excepcionalmente, sobre o aceite de trabalhos com um número de páginas maior do que o estipulado aqui.

- 2.3 Títulos dos textos em 2.2: em português (fonte tamanho 16) e em inglês (fonte 14), deverá ser conciso, claro e expressar o conteúdo geral do artigo;
- 2.4 Resumo e *Abstract*: cada artigo deverá ser acompanhado de resumo em português e *Abstract* em inglês, com extensão máxima de 200 palavras cada; Deverão ser digitados com a fonte tipo Cambria, tamanho 10; margens esquerda e direita com 2,5 cm;
- 2.5 Palavras-chave: visando à confecção de instrumentos de busca, deverão ser apresentadas, em ordem alfabética, três a cinco palavras-chave ou termos-chave, em português e em inglês (*keywords*). Margens esquerda e direita com 2,5 cm. A Comissão Editorial poderá, a seu critério, substituir ou acrescentar palavras-chave/*keywords*, que possam melhor auxiliar na recuperação *online* dos trabalhos;
- 2.6 A inclusão de ilustrações, gráficos, desenhos, quadros, tabelas, fotografias, etc. deverá se restringir ao necessário para o entendimento do texto. Esses elementos deverão estar próximos do trecho onde são mencionados e acompanhados de suas respectivas legendas ou títulos, citando a fonte. Fotografias e demais imagens digitalizadas deverão preferencialmente estar em formato jpeg ou bmp ou tif, podendo ser apresentadas em arquivos separados, com a indicação de sua localização no trabalho. A dimensão máxima deverá ser de 13 cm;
- 2.7 Citações de até 03 (três) linhas deverão ser incluídas no texto entre aspas duplas. Citações com mais de 03 linhas deverão ser recuadas 4,0 cm a partir do recuo da margem esquerda, tamanho de fonte 10, espaçamento simples;
- 2.8 O corpo do texto deverá ter uma estrutura lógica e sequencial de apresentação, sendo dividido em seções com títulos não numerados, em fonte 12 e negrito, alinhados à margem esquerda do texto. Dependendo do tipo de trabalho a ser relatado, isto é, experimental ou teórico, esse poderá ser estruturado em seções com os seguintes títulos, respectivamente: (a) Introdução, Material e Métodos (ou Metodologia), Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando pertinentes) e Referências Bibliográficas; (b) Introdução, Considerações Teóricas, Conclusões, Agradecimentos (quando pertinentes) e Referências bibliográficas. Quando pertinentes, os subtítulos de tópicos dentro de seções deverão ter fonte 12, em negrito e ser alinhados ao recuo do parágrafo.

### 3. Normas para as demais seções

- 3.1 Relato de Experiências e Relato de Evento: Texto livre, com cerca de até 1.500 palavras (03 laudas em formato A4), podendo ter ilustrações, citações e referências bibliográficas;
- 3.2 Legislação Ambiental: Texto livre de cerca de até 1.500 palavras com a identificação da lei, decreto, resolução, portaria, etc. incluso no título. O corpo do texto deverá apresentar o comentário/explicação/análise e a referência completa do instrumento legal, isto é, seu número, data de publicação e local de acesso ao mesmo;
- 3.3 Opinião: Texto livre, com título, não excedendo 1000 palavras;
- 3.4 Notícias Gerais: Texto livre e conciso, com cerca de 600 palavras e título contendo informações precisas, com todas as indicações e referências necessárias à divulgação;

- 3.5 Bibliografia Comentada: O texto de cerca de 600 palavras deverá conter a referência completa da obra comentada, inclusive o ISBN ou ISSN, onde obtê-la e, se for o caso, o seu preço.
- 3.6 Almanaque Ambiental: Poesias e acrósticos poderão ter, no máximo, 25 linhas; ilustrações e desenhos deverão ser entregues conforme 2.6; relatos de fatos curiosos relacionados às atividades de trabalho na FEPAM terão, no máximo, 600 palavras. Não serão aceitos trabalhos em que apareçam nomes de empresas ou pessoas, exceto a identificação dos(as) autor(as);
- 3.7 Textos em 3.1 a 3.3 terão título em fonte 14, em negrito, o(s) nome(s), a instituição(ões) e o e-mail do(s) colaborador(es) deverá(ão) ser apresentados abaixo do título, como em Artigo.
- 3.8 Textos em 3.4 a 3.6, com título em fonte 14, em negrito, o(s) nome(s), a instituição(ões) e o e-mail do(s) colaborador(es) deverá(ão) ser citados no final do texto.

O autor principal é responsável por certificar-se da aprovação, por todos os coautores, da versão final do manuscrito e do envio de uma declaração com o consentimento de todos os coautores para publicação na FeR. Dúvidas sobre a adequação dos textos às normas da Revista serão dirimidas pela Comissão Editorial. As normas da Revista estão sujeitas a alterações. Solicita-se aos autores que se mantenham atualizados, verificando o mais recente número da revista e acessando, periodicamente, o seu espaço na rede eletrônica da FEPAM.

