



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

## PLANO DE TRABALHO

### IDENTIFICAÇÃO DE MARCADORES ESPECÍFICOS PARA O MATERIAL PARTICULADO EM REGIÕES URBANAS E INDUSTRIALIZADAS

#### Preâmbulo

Motivos que justificam a contratação de professor visitante:

- Ministrar o curso em métodos analíticos para identificação da composição química de partículas e gases para diferentes cursos de pós-graduação na UFES e disciplinas optativas existentes no curso de graduação em Engenharia Ambiental,
- Contribuir para o fortalecimento de linha de pesquisa “**Identificação de marcadores específicos para o material particulado em regiões urbanas e industrializadas**”, desenvolvida no âmbito do NQualiAr/DEA e do PPGEA.
- Promover a integração de várias áreas científicas existentes na UFES. Tendo em vista o caráter multidisciplinar/interdisciplinar inerentes ao tema poluição do ar.
- Contribuir para o incremento da publicação científica vinculadas a Programas de Pós-Graduação.
- Estimular a transferência de tecnologia, de projetos de capacitação técnica e da realização de workshops e conferências.
- Propiciar a inserção internacional dos grupos de pesquisa da UFES ligados ao tema.

#### Objetivo

O principal objetivo da solicitação de contratação de professor visitante para o Departamento de Engenharia Ambiental da UFES é o desenvolvimento de estudos/pesquisas com foco em técnicas analíticas para identificação da morfologia e de compostos químicos presentes nas partículas em conjunto com o modelo receptor que permitam minimizar ou eliminar os efeitos da colinearidade de



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

fontes e dos processos de transformação física ou química durante o transporte na atmosfera nos resultados fornecidos por modelo receptor.

### **Justificativa do tema principal de trabalho proposto para o professor visitante**

Diversos estudos epidemiológicos demonstram a associação entre a concentração de partículas na atmosfera e o aumento das taxas de morbidade e mortalidade em humanos, especialmente idosos e crianças. A deposição de metais pesados no ambiente também pode causar a diminuição das atividades fotossintéticas das plantas e promover a acidificação de solos e lagos e a saturação de nitrogênio. A deposição seca de material particulado ainda pode promover considerável desconforto e estresse psicológico à população, devido ao impacto visual e necessidade de limpeza frequente dos ambientes domésticos e comerciais.

O material particulado (MP) é caracterizado por partículas sólidas ou líquidas, de tamanho, forma e composição química que varia de acordo com sua fonte de origem e com os processos físicos e químicos de transformação aos quais foram submetidas durante seu transporte na atmosfera. Apesar das diferenças em composição química e forma, o MP é classificado, principalmente, por seu diâmetro aerodinâmico, que indica o potencial e o local de deposição da partícula no sistema respiratório humano. Assim, o material particulado é usualmente classificado como: partículas totais em suspensão (PTS), partículas em suspensão na atmosfera com larga faixa granulométrica e capazes de serem amostradas pelo equipamento de medição em uso (tipicamente entre 0,005  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ ); partículas inaláveis ( $\text{MP}_{10}$ ), partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 10  $\mu\text{m}$ , capazes de penetrar o sistema respiratório; partículas finas ou partículas respiráveis ( $\text{MP}_{2.5}$ ) que possuem diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5  $\mu\text{m}$  e alojam-se no bronquíolo terminal; partículas ultrafinas ( $\text{MP}_{0.1}$ ) que possuem diâmetro aerodinâmico inferior a 0,1  $\mu\text{m}$ , cujos efeitos a saúde humana ainda não estão bastante estudados; e partículas sedimentadas (PS) que resultam da sedimentação ou deposição das partículas anteriormente em suspensão na atmosfera.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO TECNOLÓGICO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

Entretanto, apesar do diâmetro da partícula estar diretamente associado ao local de deposição no trato respiratório, os efeitos à saúde da população exposta ao material particulado podem estar mais fortemente relacionados aos componentes do MP, sua composição química, do que a massa deste no ambiente.

A asma brônquica é uma doença crônica decorrente de uma resposta exagerada da musculatura bronquiolar e do epitélio das vias respiratórias aos agentes alergênicos ambientais que podem ter natureza orgânica (fungos, protozoários, pólen etc) ou inorgânica (gases ou material particulado). Independente da origem, a poluição atmosférica de qualquer natureza exacerba o quadro de asma pelo aumento da recorrência de crises, por aumento da intensidade dos sintomas e por redução da resposta terapêutica aos tratamentos de rotina. Em função disso, a qualidade de vida dos asmáticos piora e os custos do tratamento aumentam em decorrência da exposição continuada à inalação de qualquer categoria de poluente.

As propriedades físicas, químicas e óticas do material particulado possuem forte relação com o seu tamanho. O diâmetro e densidade das partículas, associados às condições meteorológicas, determinam quão longe das fontes de emissão as partículas são transportadas. Quanto maior o diâmetro das partículas mais próximo à fonte ocorre sedimentação. Além disso, o diâmetro, a composição química e o formato das partículas estão associados diretamente ao processo que resultou na emissão dessas partículas, ou seja, cada fonte possui partículas características devido ao seu processo de geração.

As características químicas e aerodinâmicas (tamanho e morfologia) das partículas são determinadas por suas fontes emissoras e, portanto, a concentração de cada um dos elementos que a compõem, sua forma e tamanho podem ser utilizados para inferir sua origem. Contudo, os processos físicos e químicos que regem a dinâmica atmosférica, podem alterar as características iniciais das partículas formando novas combinações com composição, forma e tamanho diferentes ou ainda podem promover a formação de novas partículas por meio da condensação de vapores.

O Brasil é um dos maiores produtores de ferro do mundo, com alta atividade industrial tanto na obtenção quanto no processamento do minério de ferro, aço e processos siderúrgicos. A maioria destas atividades



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO TECNOLÓGICO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

emite uma fumaça metálica que pode conter vários metais oriundos tanto do processo produtivo quanto da rocha original. Na busca por diferentes compostos, a maioria das indústrias tem elaborado ligas metálicas com compostos que ainda não tem limite na legislação vigente, como por exemplo, bismuto, titânio, zircônio, tungstênio, ítrio e outros compostos metálicos emergentes. O Complexo de Tubarão, localizado na Grande Vitória, ES, tem reconhecida emissão de material particulado atmosférico contaminado com metais oriundos deste processo, no qual já foram encontrados diversos contaminantes metálicos emergentes. Estes metais são dispersos na atmosfera e podem passivamente entrar em contato com o pulmão humano, via respiração.

A Região da Grande Vitória (RGV), é uma região litorânea que possui áreas densamente habitadas localizadas próximas polos industriais e do terceiro maior porto da América Latina, cuja população se mostra constantemente incomodada com a poluição do ar, conforme já demonstrado por estudos realizados na região. Nesse sentido alguns trabalhos desenvolvidos na RGV sobre saúde e poluição foram realizados demonstrando, por exemplo, a prevalência de sintomas de asma e rinite em escolares e a associação significativa entre prevalência de sintomas de rinite e o local de moradia próximo à área industrial de Vitória. Além disso, também foi estimado o efeito da associação entre a exposição a poluentes atmosféricos (PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e CO) e o número de atendimentos por doenças respiratórias em crianças menores de 6 anos na RGV.

O controle da poluição deve iniciar com uma identificação das fontes em potencial na região e a quantificação da real contribuição de cada fonte nas concentrações ambiente. Nem sempre é simples essa quantificação, principalmente em regiões que possuem atividades poluidoras com processos similares. Os modelos receptores são técnicas estatísticas comumente encontradas na literatura para a quantificação de contribuições de fontes poluidoras num dado ponto receptor. Esses modelos utilizam dados de caracterização química (e/ou física) das partículas coletadas no ponto receptor, assim como o conhecimento dos perfis de fontes, composição químicas das partículas na fonte, para a determinação das responsabilidades. Portanto, o contínuo aprimoramento de técnicas analíticas que possibilitem melhor entendimento e conjunto de informações a respeito das fontes de poluição se torna



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

imprescindível em estratégias de controle da poluição, como forma de prover aos órgãos ambientais informações que auxiliem na identificação e responsabilização de fontes.

Assim, esse plano de trabalho pretende a realização da proposição da associação de diferentes técnicas ao modelo receptor BQM para minimizar os efeitos da colinearidade promovida pela existência de fontes similares de MP nas frações PS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub> na RMGV e da formação de partículas secundárias.

#### **Atividades a serem realizadas por professor visitante**

1. Ministrará na UFES o curso em Técnicas de amostragem e análise de aerossóis, que será estendido aos alunos dos Programas de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e Química e para técnicos do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA.
2. Ministrará disciplinas optativas existentes no curso de graduação em Engenharia Ambiental, como: Qualidade Química do Ar e Monitoramento Aplicado à Poluição do Ar, bem como projeto de graduação I e II.
3. Participará das atividades no âmbito do projeto “**Identificação de Marcadores Específicos para o Material Particulado em Regiões Urbanas e Industrializadas**” sob coordenação da prof. Jane M Santos, esse projeto tem os seguintes objetivos específicos:
  - Investigar a utilização de técnicas como microscopia eletrônica, espectroscopia Mossbauer, Raman, cromatografia de íons, difração de raios-X e ICP-OES para análise de compostos químicos presentes nas partículas (PS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub>) coletadas em receptores e fontes em ambiente urbano industrializado;
  - Investigar o uso de métodos de regressão multivariada para analisar a contribuição das principais fontes emissoras da RMGV;
  - Analisar a contribuição das principais fontes emissoras da RMGV para o MP (PS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub>) por meio do modelo receptor.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO TECNOLÓGICO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

- Determinar os principais mecanismos de formação de partículas secundárias na RMGV;
  - Avaliar as vantagens e desvantagens do uso conjunto do modelo receptor BQM e do modelo de dispersão atmosférica para identificar e determinar a contribuição percentual das fontes emissoras de PTS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub> nas amostras de PS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub> coletadas na RMGV.
  - Caracterização a composição química elementar metálica de PS, PTS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub> em região urbana sob a influência de fontes industriais por meio da técnica EDXRF;
  - Caracterização a morfologia e estrutura cristalina de PS, PTS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub> em região urbana sob a influência de fontes industriais utilizando as técnicas MEV-EDS e DRX;
  - Caracterização as principais espécies de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) associados ao PTS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub> em região urbana sob a influência de fontes industriais utilizando a técnica GC-MS;
  - Análise da contribuição das principais fontes emissora da RMGV para o PS, PTS, MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub> por meio de um modelo receptor utilizando os métodos de caracterização química e morfológica na melhoria de separação de fontes similares em processos industriais minero-siderúrgicos.
4. Promover a integração de várias áreas científicas existentes na UFES. Tendo em vista o caráter multidisciplinar/interdisciplinar inerentes a temática (engenharia ambiental, engenharia mecânica e química), pretende-se, por meio do presente projeto de professor visitante, concretizar um desejo de alguns professores/pesquisadores da UFES, que é o desenvolvimento de ações/projetos de pesquisa de forma interdisciplinar/transdisciplinar.
5. Contribuir para o incremento da publicação científica de docentes, pesquisadores e discentes da UFES, especialmente os vinculados a Programas de Pós-Graduação, em revistas de elevada qualificação (A 1 e A2) segundo os padrões Qualis com elevado fator de impacto.
6. Estimular a ligação com a sociedade através, entre outros, da transferência de tecnologia, de projetos de capacitação técnica e da realização de workshops e conferências.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO TECNOLÓGICO**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**