

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA AMBIENTAL  
PROCAM**

**LUIS ANTÔNIO LACERDA AÍMOLA**

**Cascatas de Incertezas, Impactos Climáticos Perigosos e Negociações  
Internacionais Sobre Mudança de Clima Global.**

*Um Modelo Exploratório*

**São Paulo  
2006**

**LUIS ANTÔNIO LACERDA AÍMOLA**

Cascatas de Incertezas, Impactos Climáticos Perigosos e Negociações  
Internacionais sobre Mudança de Clima Global

*Um Modelo Exploratório*

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do grau de Doutor em Ciência Ambiental

Orientador: **Pedro Leite da Silva Dias**

São Paulo  
2006

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Luis Antônio Lacerda Aímola

*Cascata de Incertezas, Impactos Climáticos Perigosos e Negociações Internacionais sobre Mudança de Clima Global - Um Modelo Exploratório.*

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em  
Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do grau de Doutor em Ciência Ambiental

**APROVADA EM:** \_\_\_\_\_

### BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr.** \_\_\_\_\_

**Instituição:** \_\_\_\_\_ **Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr.** \_\_\_\_\_

**Instituição:** \_\_\_\_\_ **Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr.** \_\_\_\_\_

**Instituição:** \_\_\_\_\_ **Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr.** \_\_\_\_\_

**Instituição:** \_\_\_\_\_ **Assinatura:** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr.** \_\_\_\_\_

**Instituição:** \_\_\_\_\_ **Assinatura:** \_\_\_\_\_

Errata



*Em memória de minha mãe, Magda.*

*Dedico este trabalho ao meu pai,  
Antônio Aímola, meu amigo das horas mais difíceis.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES pelo suporte financeiro por todo o curso de doutorado. Agradeço ao meu orientador Professor Pedro Leite da Silva Dias por seu apoio e constante estímulo dado ao projeto. O Professor Pedro foi peça chave em muitos momentos que necessitei de orientação e suporte para dar andamento a este projeto. A excelente pessoa e profissional que ele é me ensinou muito, além dos assuntos da ciência e da academia.

Agradecimentos vão também aos Professores do PROCAM, Ricardo Abramovay e Pedro Roberto Jacobi. Agradeço ao Professor Roberto Guena de Oliveira por seu apoio na primeira fase da pós-graduação, até minha passagem ao Doutorado. Um agradecimento especial à Professora Marie Gabrielle Piketty do CIRAD pelo estímulo e pelo empenho em me proporcionar um estágio na França para aprender a modelar com o CORMAS. A Christofe Le Page e Pierre Bommel, do Grupo Green no CIRAD em Montpellier meus sinceros agradecimentos pela recepção e apoio. Ao Luciano de Souza e à Maria José, secretários acadêmicos do PROCAM por todas as orientações e sugestões durante o doutorado.

Agradeço às seguintes pessoas pelas conversas muito instrutivas e a atenção dada ao meu trabalho em seminários que realizei: Professores Gylvan Meira Filho, Luiz Pinguelli Rosa, Enéas Salati, Dr. Israel Klabin, e a todo pessoal do IVIG na UFRJ; Professores Carlos Nobre, Wagner Costa Ribeiro; Professores Jaime Simão Sichman, Eliezer Martins Diniz e Humberto Ribeiro da Rocha.

Agradeço de forma especial ao meu pai Antônio Aímola por seu apoio incondicional ao meu trabalho. À minha esposa Ligia, meu eterno amor, a profunda alegria

por sua cumplicidade no projeto, desde suas origens, para fazermos um doutorado que resgatasse nossos sonhos. Sou muito grato a ela por seu estímulo e suporte durante todo o tempo em que me dediquei ao doutorado e a sua extrema dedicação e paciência no difícil período de conclusão desta tese. Não posso deixar de agradecer ao meu irmão, Maurício, pelo estímulo dado a este empreendimento. Muitos foram os que me ajudaram direta ou indiretamente, e seria impossível nomeá-los todos, mas não posso deixar de registrar um nome: à minha amiga Silvia Simão Cavalcante, meu profundo agradecimento por todos estes anos de amizade e por acreditar também nesse sonho.



## RESUMO

O problema das mudanças climáticas globais somente pode ser resolvido através de um longo processo de coordenação política internacional no qual os principais atores são os governos dos Estados Nacionais. O Protocolo de Quioto é o primeiro acordo internacional para controlar as emissões de gases de efeito estufa, e muitas outras rodadas de negociações ocorrerão ao longo deste século gerando novos acordos com o mesmo objetivo. Inúmeros fatores, relacionados de forma complexa, têm influenciado e influenciarão os resultados desses futuros acordos. Dentre os principais estão as incertezas sobre os vários aspectos, físicos, biológicos, econômicos e políticos, do problema das mudanças climáticas.

O objetivo deste trabalho foi construir um modelo de análise integrada, que tornasse transparente os principais elementos e elos da cascata de incertezas existente no problema das mudanças climáticas e a sua influência nos resultados daquelas negociações e nos permitisse fazer simulações exploratórias sobre os efeitos da evolução dessas incertezas sobre os resultados da seqüência de negociações após o Protocolo de Quioto.

O modelo representa de forma estilizada importantes elementos que participam da estrutura de decisão coletiva sobre abatimento de reduções de emissões e em alguns aspectos é mais realista que vários modelos existentes sobre tomada de decisões sobre mudança de clima. Ele é composto de um módulo que representa o sistema do clima, um módulo que representa as economias nacionais, um módulo que representa os tomadores de decisões governamentais e um módulo que representa as negociações sobre reduções de emissões. Os tomadores de decisões são representados como agentes que têm planos de desenvolvimento econômico para seus países e modelos sobre como o clima global e regional e as suas economias funcionam, o que lhes permite fazerem projeções futuras do

aquecimento global, das suas economias e emissões, e do impacto que a mudança de clima produzirá em seu território. Dessa forma podem estimar o impacto que o aquecimento global poderá ter sobre seus planos de desenvolvimento. Essas análises são feitas dentro de um horizonte de antecipação que depende do grau de incertezas na época em que as projeções são realizadas. Representamos algumas das principais incertezas na ciência do clima e análise econômica do problema através de distribuições de probabilidades de certos parâmetros chave, tais como a sensibilidade climática e a difusividade térmica do Oceano, que podem variar ao longo do tempo. Existe uma infinidade de cenários possíveis de evolução dessas incertezas, mas somente alguns com significados intuitivos importantes. Uma negociação sobre cotas de reduções de emissões é representada como um jogo não-cooperativo, e o acordo entre os países é um equilíbrio de Nash desse jogo.

Cada governo, antes de ir à mesa de negociações, baseado nestas projeções e nas possíveis ações dos outros governos, elabora suas estratégias sobre o quanto abater de suas emissões. O resultado final de um jogo é influenciado pelas distribuições de probabilidades que representam as incertezas da época em que cada agente faz suas projeções. Algumas distribuições em algumas épocas podem revelar aos agentes a probabilidade de impactos climáticos perigosos em suas economias, influenciando fortemente as suas escolhas de abatimento e o resultados das negociações. Esse ciclo de projeções-análise-negociação se repete várias vezes ao longo do tempo definindo uma seqüência de acordos de reduções de emissões, um conseqüente aquecimento global e uma distribuição de impactos regionais ao longo do mesmo período. A comparação das trajetórias finais de aquecimento e impactos gerados para cada cenário escolhido de evolução das incertezas ajuda-nos a compreender as possíveis evoluções das futuras negociações sobre abatimento de emissões.

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

