



*Universalização do Saneamento, Urbanização e Meio Ambiente
Desafios Tecnológicos e de Gestão*

I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental - COBESA

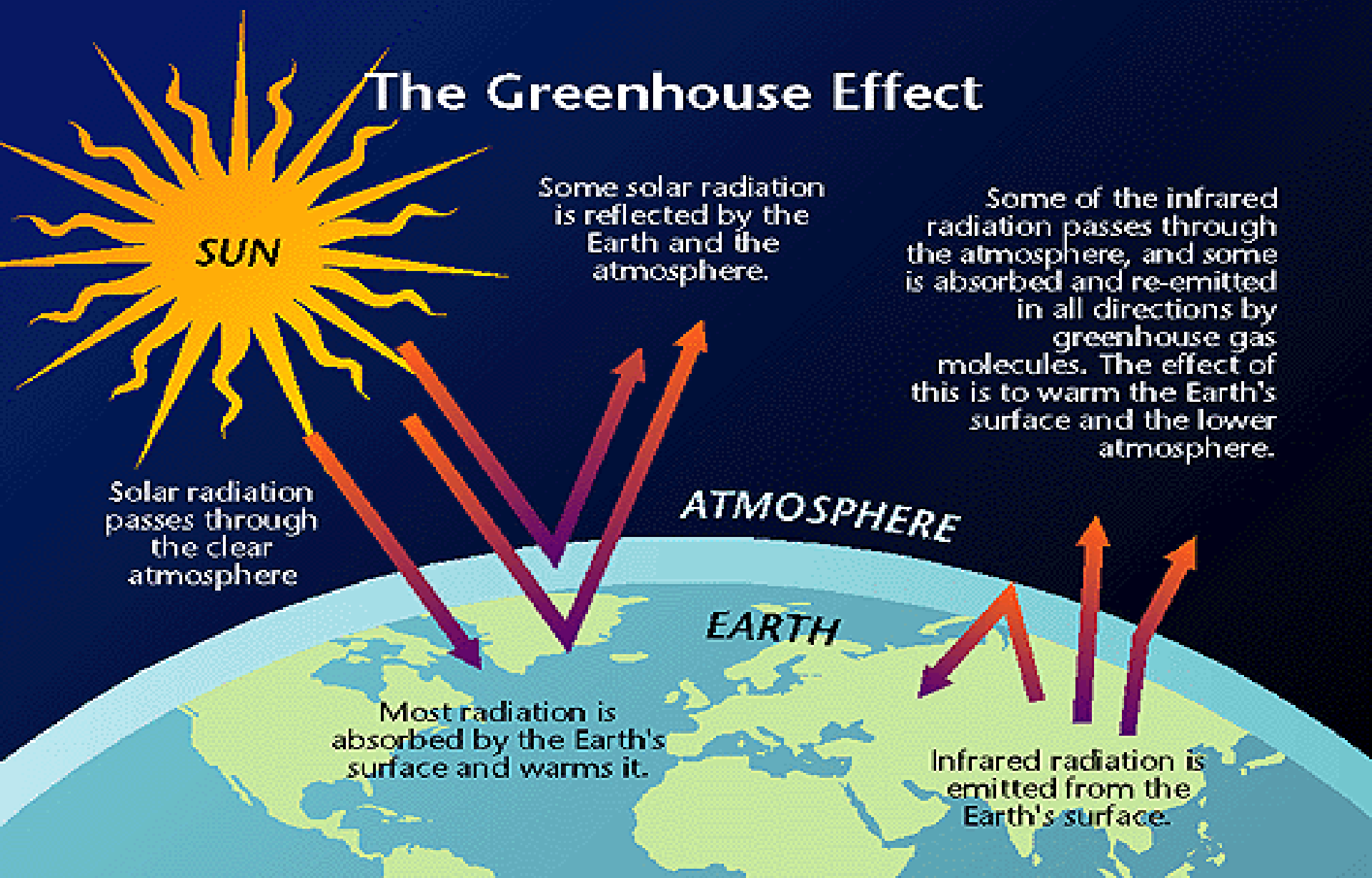
MUDANÇAS CLIMÁTICAS: IMPACTOS NAS CIDADES, NO SANEAMENTO AMBIENTAL E NA SAÚDE

*Osvaldo Soliano Pereira, Ph.D.
Salvador
Julho 2010*

Conteúdo

- Base Científica
- Situação das emissões no Brasil
- Mitigação
 - Redução de emissões
 - Conservação
 - Sequestro
- Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade
- Ações políticas

Vivemos numa Estufa



Observações já efetuadas

- Aumento da temperatura da superfície do planeta desde 1850: 0,76° C
- Redução da cobertura de neve no Ártico desde 1978: 2.7%/década e 7.4%/década no verão
- Aumento do nível do mar: 0,17 m no séc. XX

Observações já efetuadas

- Extremos de temperatura mais agudos
- Impacto sobre o El Niño
- Mudanças no regime dos ventos
- Aumento das chuvas em algumas regiões e redução em outras
 - Aumentos significativos no leste das Américas
 - Secas mais intensas e longas nos trópicos e sub-trópicos

Observações já efetuadas

- CO_2 : 280 \Rightarrow 379 ppm - 35% desde 1750
- Maior concentração dos últimos 650.000 anos
- $\frac{3}{4}$ nos últimos 20 anos de combustíveis fósseis
- CH_4 : 715 \Rightarrow 1732 ppb - 142% desde 1750
- N_2O : 270 \Rightarrow 319 ppb - 18% desde 1750

Outras evidências de mudanças incomuns no clima global

- 11 dos últimos 12 (1995-2006) estão entre os 12 anos mais quentes desde 1850;
- 2005 foi o ano mais quente desde que há registros e provavelmente o mais quente em 1.000 anos. 2002 foi o segundo mais quente;
- Os últimos 50 anos parecem ter os mais quentes dos últimos 6.000 anos (núcleos de gelo).

Impactos da Temperatura

- Níveis atuais de concentrações de gases de efeito estufa resultam de emissões acumuladas durante 150 anos em média
- Impactos das emissões presentes apenas serão sentidas várias décadas à frente, em termos de aumento da temperatura média da superfície e elevação do nível do mar

Conseqüências

- Temperatura:
 - 1,8 a 4°C (1.1 a 6.4°C) entre 1990 e 2100
 - 0.2°C por década nas próximas duas décadas
- Aumento do nível do mar: 0,18 m a 0,59m
- Eventos extremos se aguçarão

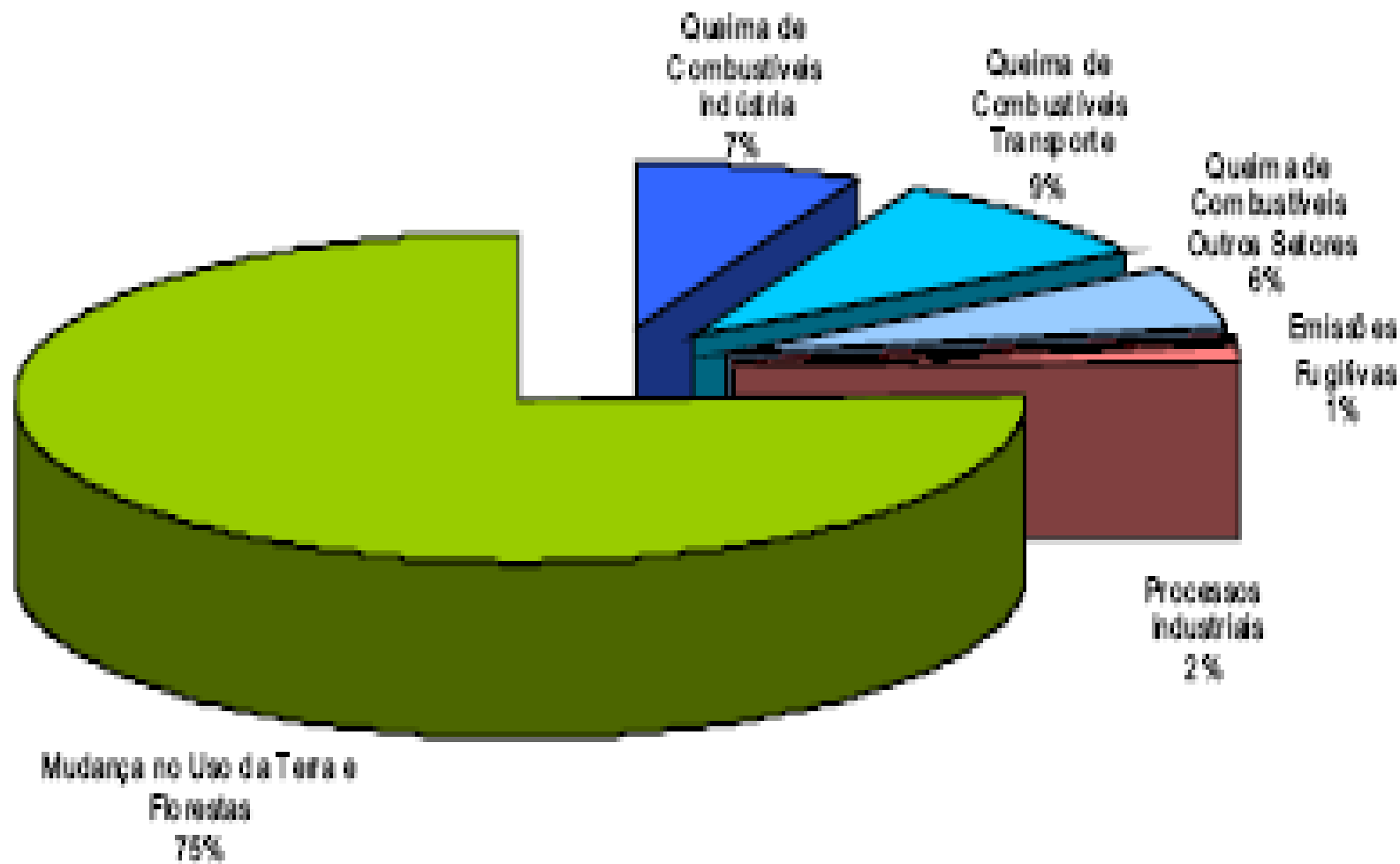
Origens dos Gases de Efeito Estufa

- **SETOR ENERGIA**
 - Queima de combustíveis
 - Emissões fugitivas
- **SETOR PROCESSOS INDUSTRIAIS:**
 - Produtos minerais
 - Indústria química
 - Indústria metalúrgica
 - Produção e utilização de HFC e SF₆
- **SETOR AGROPECUÁRIA**
 - Fermentação entérica
 - Manejo de dejetos de animais
 - Cultivo de arroz
 - Queima de resíduos agrícolas
 - Emissões de N₂O provenientes de solos agrícolas
- **SETOR MUDANÇA NO USO DA TERRA E FLORESTAS**
- **SETOR TRATAMENTO DE RESÍDUOS**
 - Disposição de resíduos sólidos
 - Tratamento de esgotos

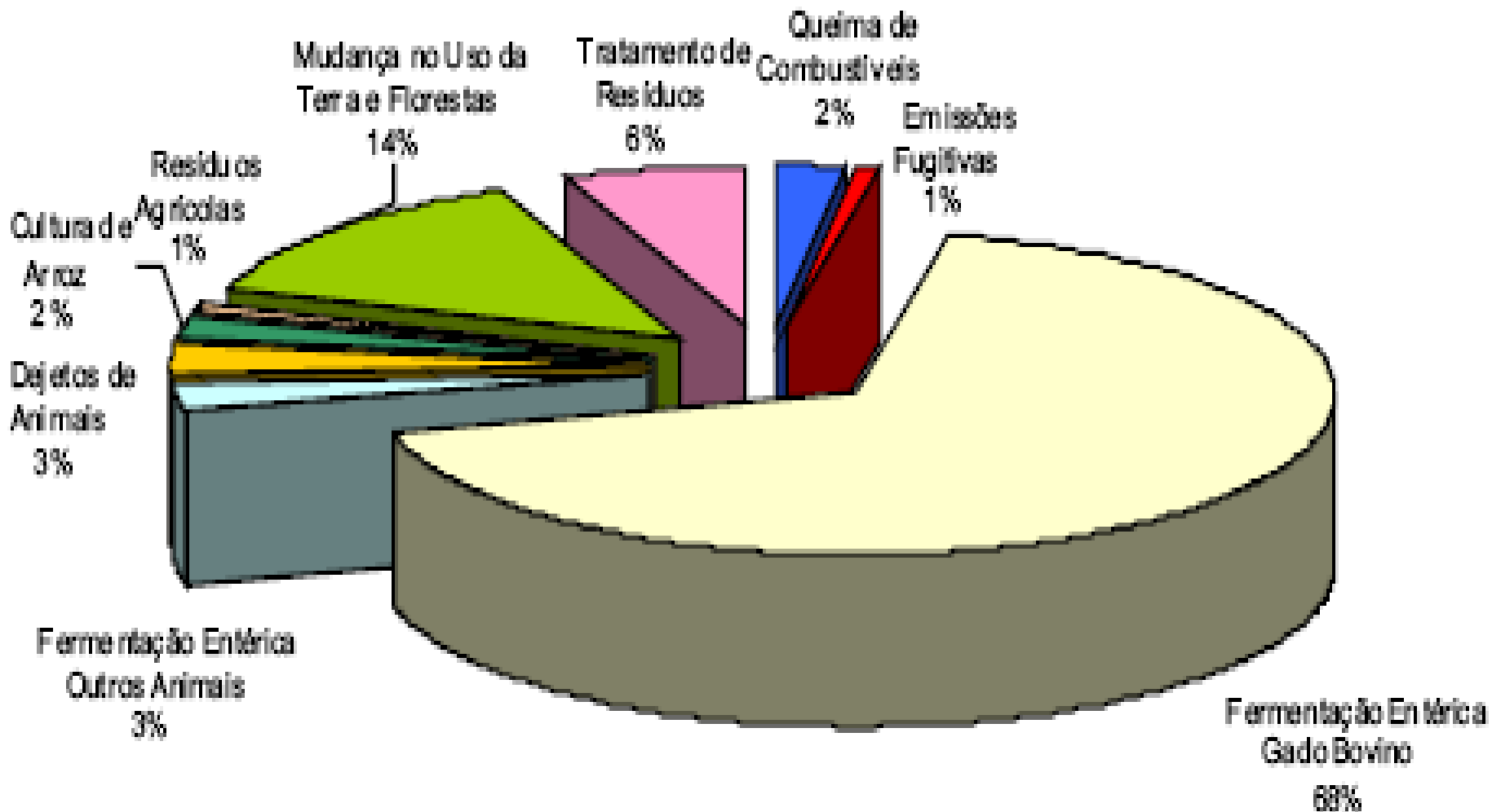
Setores emissores

- Crescimento entre 1970 e 2004
 - Oferta de energia: 145%
 - Transportes: 120%
 - Indústria: 65%
 - Uso da terra, mudança no uso da terra e florestas: 40%
- Crescimento entre 1970 e 1990
 - Agricultura: 27%
 - Edificações: 26%, a partir de 1990 se mantiveram aproximadamente estáveis

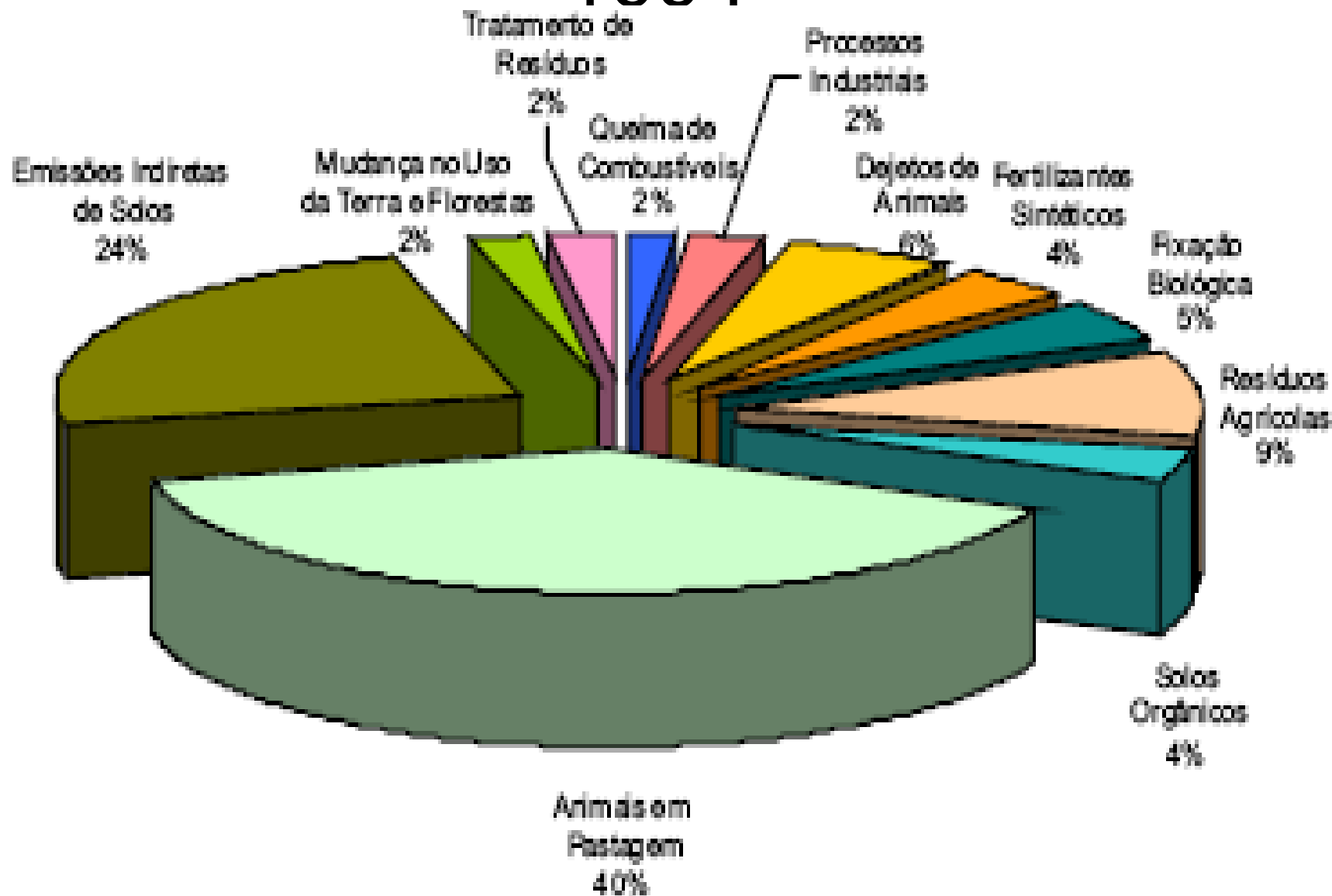
Emissões de CO₂ no Brasil em 1994



Emissões CH₄ no Brasil em 1994



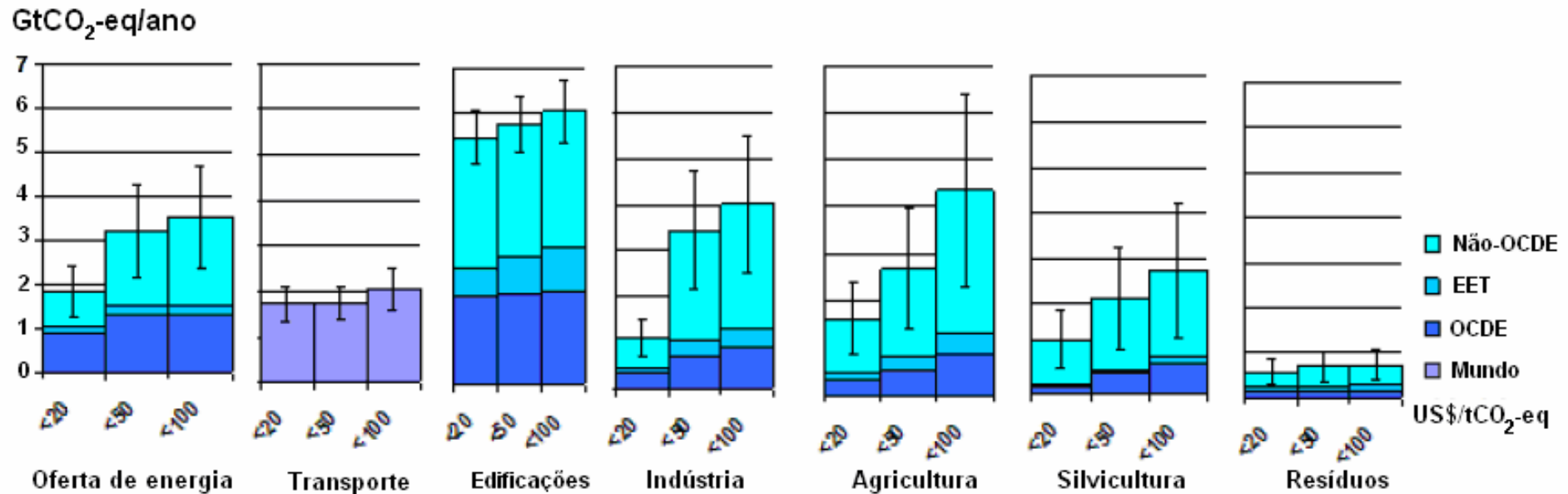
Emissões de N₂O no Brasil em 1994



Sinergia Cidades-Mudanças Climáticas

- Fonte dos principais gases de efeito estufa pelo uso de energia elétrica, transportes, indústrias, edificações e resíduos
- Grandes impactos e vulnerabilidade por conta de maiores precipitações, ondas de calor, aumento do nível do mar, disseminação de vetores de doenças infecciosas

Estimativa do potencial econômico setorial de mitigação global



| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| potencial em <US\$100/tCO ₂ -eq: 2,4 - 4,7 Gt CO ₂ -eq/ano | potencial em <US\$100/tCO ₂ -eq: 1,6 - 2,5 Gt CO ₂ -eq/ano | potencial em <US\$100/tCO ₂ -eq: 5,3 - 6,7 Gt CO ₂ -eq/ano | potencial em <US\$100/tCO ₂ -eq: 2,5 - 5,5 Gt CO ₂ -eq/ano | potencial em <US\$100/tCO ₂ -eq: 2,3 - 6,4 Gt CO ₂ -eq/ano | potencial em <US\$100/tCO ₂ -eq: 1,3 - 4,2 Gt CO ₂ -eq/ano | potencial em <US\$100/tCO ₂ -eq: 0,4 - 1 Gt CO ₂ -eq/ano |
|--|--|--|--|--|--|--|

Oferta de Energia: principais tecnologias e práticas de mitigação disponíveis comercialmente atualmente

- Melhoria da eficiência da oferta e da distribuição;
- Troca de combustível: carvão mineral por gás;
- Energia nuclear;
- Calor e energia renováveis (hidrelétrica, energia solar, eólica, geotérmica e bioenergia);
- Calor e energia combinados;
- Aplicações antecipadas de captação e armazenamento de carbono (por exemplo, armazenamento do CO₂ removido do gás natural)

Oferta de Energia: Tecnologias e práticas de mitigação projetadas a serem comercializadas antes de 2030

- Captação e armazenamento de carbono para usinas geradoras de eletricidade a base de gás, biomassa e carvão mineral;
- Energia nuclear avançada;
- Energia renovável avançada, inclusive energia de ondas e marés, solar concentrada e solar fotovoltaica

Transportes: principais tecnologias e práticas de mitigação disponíveis comercialmente atualmente

- Veículos com combustíveis mais eficientes;
- Veículos híbridos;
- Veículos a diesel mais limpos;
- Biocombustíveis;
- Mudança do transporte rodoviário para o ferroviário e sistemas de transporte público;
- Transporte não-motorizado (andar de bicicleta, caminhar);
- Planejamento do uso da terra e do transporte

Transportes: Tecnologias e práticas de mitigação projetadas a serem comercializadas antes de 2030

- Biocombustíveis de segunda geração;
- Aeronaves mais eficientes;
- Veículos elétricos e híbridos avançados com baterias mais potentes e confiáveis

Edificações: principais tecnologias e práticas de mitigação disponíveis comercialmente atualmente

- Iluminação mais eficiente, inclusive durante o dia;
- aparelhos elétricos e de aquecimento e refrigeração mais eficientes; melhoria de fogões e da insulação;
- energia solar passiva e ativa para aquecimento e refrigeração;
- Fluidos alternativos de refrigeração, recuperação e reciclagem de gases fluorados

Edificações: Tecnologias e práticas de mitigação projetadas a serem comercializadas antes de 2030

- Planejamento integrado de edificações comerciais, inclusive com tecnologias, como medidores inteligentes que forneçam informações e controle;
- energia solar fotovoltaica integrada nas edificações

Indústria: principais tecnologias e práticas de mitigação disponíveis comercialmente na atualidade

- Equipamento elétrico mais eficiente de uso final;
- Recuperação de calor e energia;
- Reciclagem e substituição de material;
- Controle das emissões de gases não-CO₂ (Alumínio: CF₄ e C₂F₆, Química: N₂O, Elétrico/Eletrônica SF₆)
- Ampla faixa de tecnologias específicas de processos

Indústria: principais tecnologias e práticas de mitigação projetadas para serem comercializadas antes de 2030

- Eficiência energética avançada;
- Captação e armazenamento de carbono na fabricação de cimento, amônia e ferro;
- Eletrodos inertes na fabricação de alumínio

Resíduos: principais tecnologias e práticas de mitigação disponíveis comercialmente na atualidade

- Recuperação de metano dos aterros sanitários;
- Incineração de resíduos com recuperação energética;
- Compostagem dos resíduos orgânicos;
- Tratamento controlado das águas residuárias;
Reciclagem e minimização dos resíduos

Resíduos: principais tecnologias e práticas de mitigação projetadas para serem comercializadas antes de 2030

- Biocoberturas e biofiltros para otimizar a oxidação do CH₄

Impactos

- Recursos hídricos: a disponibilidade de água vai ser alterada, em algumas regiões pode haver escassez, em outras, possibilidade de cheias, tempestades, etc.;
- Ecossistemas: alguns deles poderão ser extremamente afetados com possibilidade de perda de biodiversidade e até desaparecimento, aumento da descoloração dos corais, com possibilidade de mortalidade de corais espalhada, mudanças nos ecossistemas devido ao enfraquecimento da circulação meridional de retorno, antecipação da migração dos peixes nos rios e de eventos que ocorrem na primavera, etc.;

Impactos

- Alimentos, fibras e produtos florestais: a produtividade de produtos agrícolas e florestais será afetada, tornando inviável a produção de alguns produtos em certas áreas;
- Sistemas costeiros: com a elevação do nível dos mares praias e mangues serão diretamente afetados;

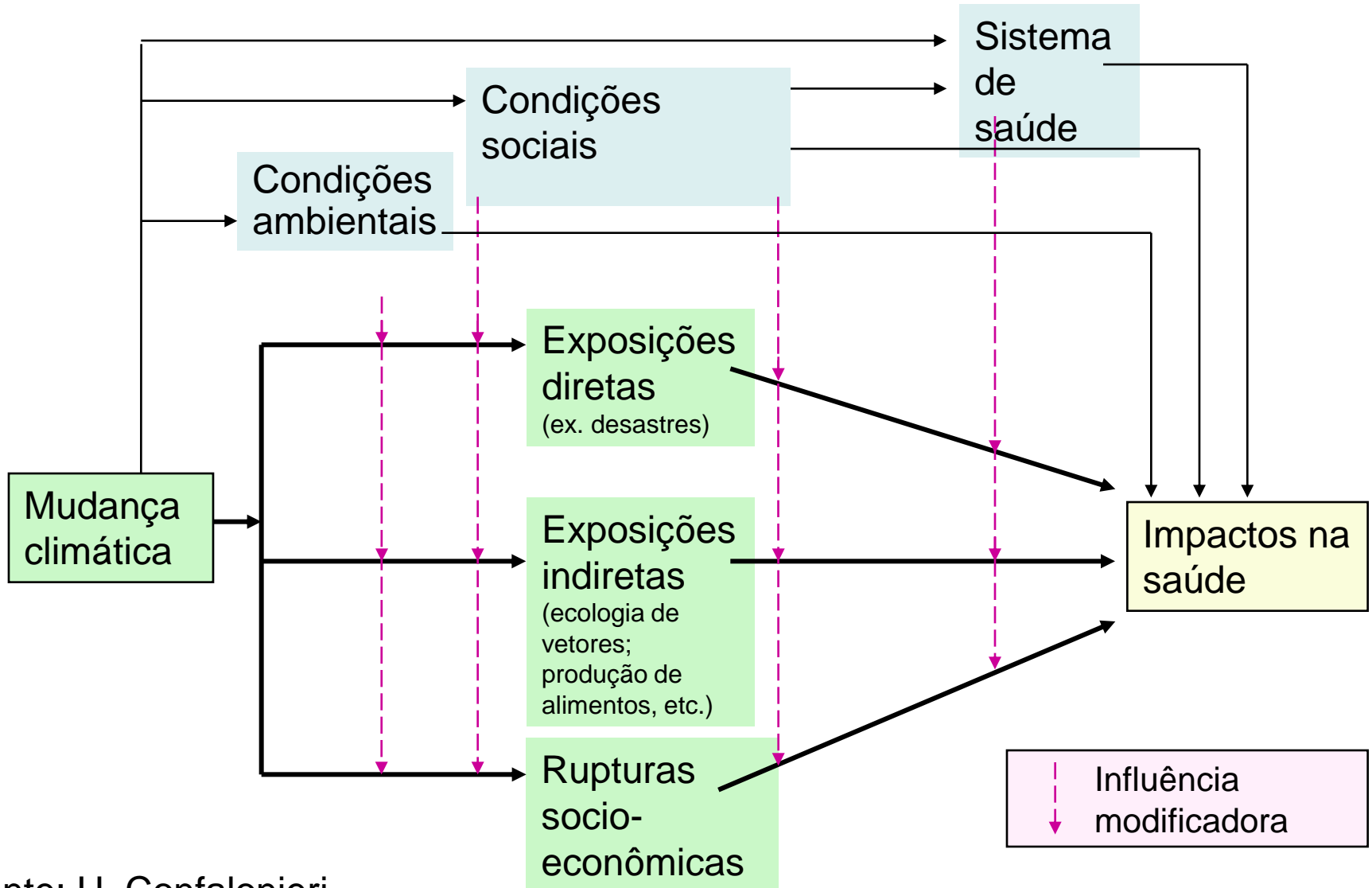
Impactos

- Saúde: algumas doenças infecciosas se disseminarão mais facilmente com a elevação da temperatura média do planeta;
- Indústria, comunidades e sociedade: por todos os impactos previstos acima, é óbvio que as atividades humanas serão diretamente impactadas, quer positiva ou negativamente.

Impactos na Saúde (IPCC)

- Mudanças na distribuição da encefalite (TBE) e “língua azul” na Europa
- Mudanças na concentração e sazonalidade de pólen alergênico na atmosfera
- Aumento da desnutrição, com implicações para o desenvolvimento infantil
- Aumento da morbidade e mortalidade causadas por ondas de calor, tempestades, inundações, secas e incêndios
- Aumento da carga de enfermidades diarreicas e infecciosas
- Aumento na incidência de doenças cardio-respiratórias devido a maiores concentrações de ozônio a nível do solo
- Alterações na distribuição espacial de populações de vetores de doenças infecciosas (mosquitos etc)

Diagrama esquemático dos mecanismos através dos quais a mudança climática afeta a saúde



América Latina

- Redução da produtividade agrícola e pecuária com conseqüências na segurança alimentar;
- Aumento da produção de soja nas zonas temperadas e redução nos cerrados, com impactos diretos na economia baiana;
- Aumento do nível do mar com risco de inundações de áreas mais baixas (Recife, por exemplo, pode ser uma das cidades mais afetadas);
- Mudanças no sistema de precipitações e desaparecimento de geleiras afetarão significativamente disponibilidade de água para consumo, agricultura e geração de energia.

América Latina

- Até meados deste século está prevista uma substituição gradual das florestas tropicais pelos cerrados no leste da Amazônia;
- A vegetação semi-árida vai ser substituída por vegetação árida, com impactos diretos no Nordeste brasileiro;
- Risco de significativa perda de biodiversidade através da extinção de espécimes em muitas áreas tropicais;
- Nas áreas secas, salinização e desertificação das terras agriculturáveis;

Brasil

- A produção de energia elétrica seria prejudicada a partir da evaporação mais rápida das águas dos rios e das represas: (hoje mais de 85%; em 2030, em torno de 70%).
- Malária e Dengue podem se propagar mais rápido num clima mais quente e úmido e doenças respiratórias num clima mais quente e seco podem se tornar mais comuns.
- A temperatura no Brasil deve subir de 2° a 3° Celsius, em média, em quase toda a faixa litorânea e, também, em boa parte do interior, enquanto no Norte do Amazonas a temperatura pode subir até 6° C (com Protocolo de Quioto cumprindo suas metas).

Brasil

- Uma larga faixa de capitais no Brasil experimentará uma elevação de temperatura da ordem de 4° C. A maior parte do Brasil estaria sujeita a um aumento de 6° C e aquela faixa do Norte do Amazonas aumentaria sua temperatura em 8° C (sem cumprimento das metas).
- A quantidade e distribuição de chuvas também sofrerão mudanças e as chuvas no Nordeste, Norte e Centro-Oeste devem diminuir prejudicando a sobrevivência da floresta amazônica e do pantanal. No Sul e Sudeste as chuvas aumentariam muito.

Brasil

- Possibilidade de eventos climáticos extremos: chuvas mais fortes e curtas; longas secas transformando o semi-árido em região árida, com redução das precipitações em 40%. As chuvas podem se tornar mais raras no inverno e atrasos nas chuvas de verão podem prejudicar a oferta de alimentos, (hora de plantar trigo, feijão, milho, soja e arroz).
- A estiagem, que causou o encalhamento de muitos barcos e deixou 300 mil pessoas isoladas nos estados do Amazonas e do Pará, em 2006 foi causada pelo atraso de dois meses da chegada das chuvas. Essa seca foi causada pela sobreposição de águas e ventos mais quentes no norte do Oceano Atlântico e ao sul do Equador.

Brasil

- A temperatura deve se alterar de modo lento e gradual até 2030, a partir daí mudanças mais bruscas devem ocorrer.
- Pode-se perder 25% das áreas de plantio de café. As culturas do trigo e girassóis seriam inviáveis no sul do País. As plantações de arroz sofreriam perda de 30% em São Paulo e na Bahia, as de feijão podem cair 41% no Nordeste, as de milho 71% apenas com 1° C a mais.
- Impactos na produção de frangos, suínos e na produção leiteira. Uma onda de calor em 2004, com 4° C acima do habitual, representou 50 milhões em prejuízo para São Paulo.
- Para a Região Nordeste, o cenário otimista é de até 3°C mais quente e 15% mais seco; redução no nível de água dos açudes e na produção agrícola. No cenário mais pessimista, o Nordeste tornar-se-ia até 4° C mais quente e 20% mais seco.

Vulnerabilidades em São Paulo (Estudo Megacidades INPE-USP)

- **Enchentes e inundações**
- **Enchentes e inundações com alta energia de escoamento**
- **Enxurradas com alto potencial de arraste**
- **Alagamentos**
- **Lixo lançado nos cursos d'água**
- **Escorregamentos de massa em encostas**
- **Eventos pluviométricos mais severos (> 100 mm)**

Impactos (Estudo Megacidades)

- Aumento do número de dias com fortes chuvas por conta das mudanças climáticas com maiores riscos de enchentes, inundações e deslizamentos nas grandes cidades
- aumento no número de dias quentes, diminuição no número de dias frios, aumento no número de noites quentes e diminuição no número de noites frias.
- intensificação das ilhas de calor, o que prejudica a dispersão de poluentes
- aumento da concentração ambiental de gases e partículas gerados a partir de processos fotoquímicos atmosféricos, o que contribui para o aumento da mortalidade por conta de doenças respiratórias, entre outras
- Episódios extremos de temperatura provocam, ainda, alterações de mecanismos de regulação endócrina, de arquitetura do sono, de pressão arterial e do nível de estresse
- aumento no número de vítimas de desabamentos, afogamentos e acidentes de trânsito, além de doenças como a leptospirose, por conta das precipitações intensas

G20 e IPCC

- 450 ppm => aumento de 2° C
- G20 decidiu que este é o patamar tolerável
- Países desenvolvidos precisam cortar suas emissões de GEE para pelo menos 80% até 2050, com cortes de 30% até 2020, tendo 1990 como ano base
- A curva de emissão coletiva deverá atingir um teto e começar a inflectir entre 2012 e 2015
- Países em desenvolvimento também deverão seguir um caminho de transição de baixo conteúdo de carbono, embora num ritmo que reflita suas limitações de recursos e suas necessidade de crescimento econômico
- Países emergentes devem ter ambições mais arrojadas

Agenda da COP 15

- Metas significativas: 2°C => 50% até 2050
- Arcabouço de compromissos de mitigação:
 - Natureza dos compromissos de mitigação, formato no acordo final, comparabilidade
 - Metas vinculantes para os países desenvolvidos
 - Compromissos quantificáveis para os maiores países em desenvolvimento
- Apoio aos países em desenvolvimento
 - Recursos para adaptação (mecanismos, fontes de recursos, níveis de apoio, planejamento para novos aportes no fundo)
 - Capacitação
 - REDD
- Sistema de Verificação: MRV

Resultados da COP 15

- Fracasso em conseguir objetivos iniciais, delineado antes do início da reunião
- Impasses nas metas dos Estados Unidos, compromissos da China e Índia, verificação dos compromissos da China
- Acordo de Copenhague capitaneado por Obama, com delegação da Europa, e fechado com Brasil, China, Índia e África do Sul
- Acordo não se constitui num tratado com valor legal e nem existe um prazo para que o acordo seja transformado em um tratado com valor legal.
- Acordo sem consenso => bloqueio por parte de Venezuela, Sudão, Nicaragua e Bolívia.
- Manutenção do trabalho dos AWG: LCA (Long-term Cooperative Action) e KP (Kyoto Protocol)
- Processo adiado para COP 16
- Mais de 100 países já se associaram ao Acordo, incluindo EUA, União Europeia, China, Índia, Brasil, Austrália, Chile, Colômbia, México, Peru, Indonésia, Japão, Coreia, Rússia, África do Sul.

“Acordo” de Copenhagen

- Meta desejável de limitar o aumento da temperatura do planeta em 2°C; possível revisão em 2015 para 1,5°C
 - Não identifica um ano de pico para as emissões
- Processo para países submeter suas metas (desenvolvidos) e compromissos (em desenvolvimento) de mitigação até 31 de janeiro;
- Termos gerais para reportar e verificar as ações dos países;
- Compromisso coletivo dos países desenvolvidos de US\$30 bilhões em recursos novos e adicionais entre 2010-2012 para ajudar os países em desenvolvimento a reduzir suas emissões, preservar florestas, e se adaptarem às mudanças climáticas;
- Meta de mobilizar US\$100 bilhões em financiamento público e privado até 2020 para atender as necessidades dos países em desenvolvimento
- Estabelecimento do “Copenhagen Green Climate Fund”, de um Painel de Alto Nível para examinar formas de atingir as metas financeiras para 2020 e um mecanismo para canalizar incentivos para a redução do desmatamento.

Acordo de Copenhagen

- **APÊNDICE I – Países do Anexo I**
 - Quantified economy-wide emissions targets for 2020
 - Redução de emissões em 2020
 - Ano base
- **APÊNDICE II – Países do Não-Anexo I**
 - Nationally appropriate mitigation actions of developing country Parties
 - Ações

Opções de mitigação próximas às cidades

- Substituição do uso de energias mais sujas (petróleo, carvão) por energias mais limpas (solar, eólica, pequenas hidrelétricas, biogás), a cogeração e até a migração do uso de óleo combustível e óleo diesel para o gás natural.
- Eficiência energética e economia de energia: aparelhos mais eficientes, lâmpadas fluorescentes ao invés de incandescentes, reciclagem de materiais, etc.
- Utilização de transporte coletivo e bicicleta. Uso de combustíveis de transição, como o álcool e o biodiesel.

Opções de mitigação próximas às cidades

- Ações municipais no sentido de sistemas eficientes de drenagem urbana, coleta e tratamento de esgotos, construção de aterros sanitários e a utilização do biogás gerado nestes aterros e nas estações de tratamento de esgotos para a geração de energia elétrica.
- Habitações ambientalmente corretas, que aproveitam água da chuva, usam a energia do sol para iluminação e aquecimento, e têm climatização natural.

Opções de mitigação próximas às cidades

- Iniciativas e ações contra a destruição de florestas.
- Recuperação das áreas verdes das cidades, da mata ciliar dos rios e nascentes, com espécies nativas.
- Aflorestamento (plantio onde não havia), reflorestamento (recuperar áreas degradadas) e áreas de preservação.
- Maior controle sobre construções em áreas de risco,

Opções de mitigação próximas às cidades

- investimentos em transportes coletivos, sobretudo o ferroviário,
- proteção aos recursos naturais e criação de áreas de proteção ambiental nas áreas de várzeas

Políticas de Mitigação: Transportes

- Taxas na compra, registro, uso de veículos, nos combustíveis, pedágios e estacionamentos
- Investimentos em transportes públicos e ciclovias

Políticas de Mitigação: Construções

- Padrões para equipamentos e etiquetagem
- Códigos de construção e certificação
- Programas no setor público, inclusive em licitações e compras

Conclusões: Ações nas Cidades

- Incorporação dos serviços de eficiência energética e energia renovável nas estratégias de desenvolvimento municipal
- Desestímulo ao uso do transporte individual, com promoção do transporte público e uso de bicicletas – construção de grandes malhas de ciclovias
- Conservação de áreas verdes, aflorestamento de novas áreas e reflorestamento de áreas degradadas
- Novos padrões de construção
- Construção de aterros sanitários
- Coleta seletiva e reciclagem do lixo urbano



Obrigado pela atenção

osoliano@unifacs.br

osoliano@cbem.com.br