

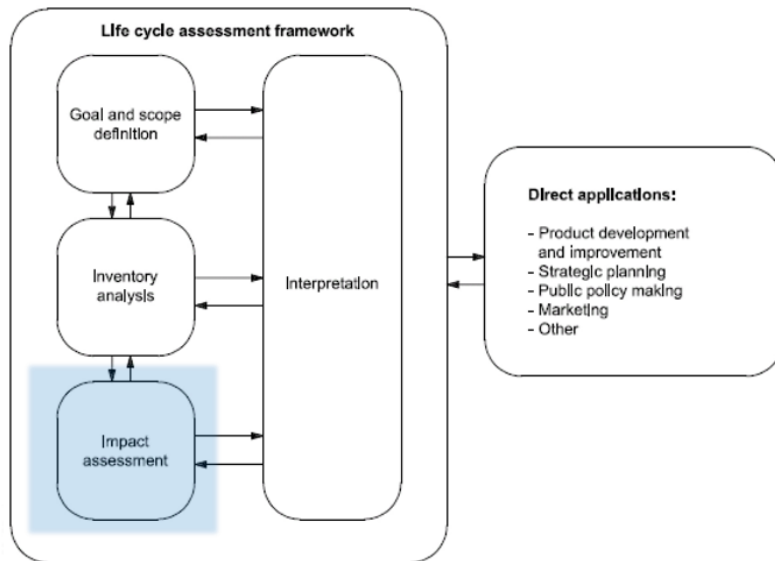
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo



## PQI 3535: Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

Gil Anderi da Silva  
Luiz Kulay

Estrutura do Método de ACV



## Avaliação de Impactos de Ciclo de Vida Categorias de impacto



Categorias relacionadas ao consumo de recursos

- Depleção de recursos naturais



Categorias relacionadas às saídas

- Acidificação
- Depleção de ozônio estratosférico
- Aquecimento Global
- Formação de foto-oxidantes
- Eutrofização
- Toxicidade: Toxicidade humana e Eco-toxicidade



Categorias relacionadas a transformação do meio físico

- Uso do solo
- 
- 

## Aquecimento Global

Fenômeno

Aumento da capacidade de absorção de radiação infravermelha pela atmosfera

Conseqüências

Elevação da temperatura média do planeta

Agentes

Gases de efeito estufa (GEEs): gás carbônico (CO<sub>2</sub>); metano (CH<sub>4</sub>); óxido nitroso (N<sub>2</sub>O); CFC11; e ozônio (O<sub>3</sub>)

---

---

## Aquecimento Global

Categoria de impacto: Aquecimento Global (EE; AG).

Causa: Emissão de gases de efeito estufa (GEE) – (CO<sub>2</sub>; CH<sub>4</sub>; N<sub>2</sub>O; CFC's; O<sub>3</sub>;...)

Conseqüências

Modificação no meio ambiente: aumento da [GEEs] na troposfera

1<sup>aria</sup>: “forçamento radiativo” – desequilíbrio no balanço de energia absorvida/emitada pelo planeta;

2<sup>aria</sup>: aumento da temperatura global;

A partir daqui, os efeitos são ‘multidirecionais’...

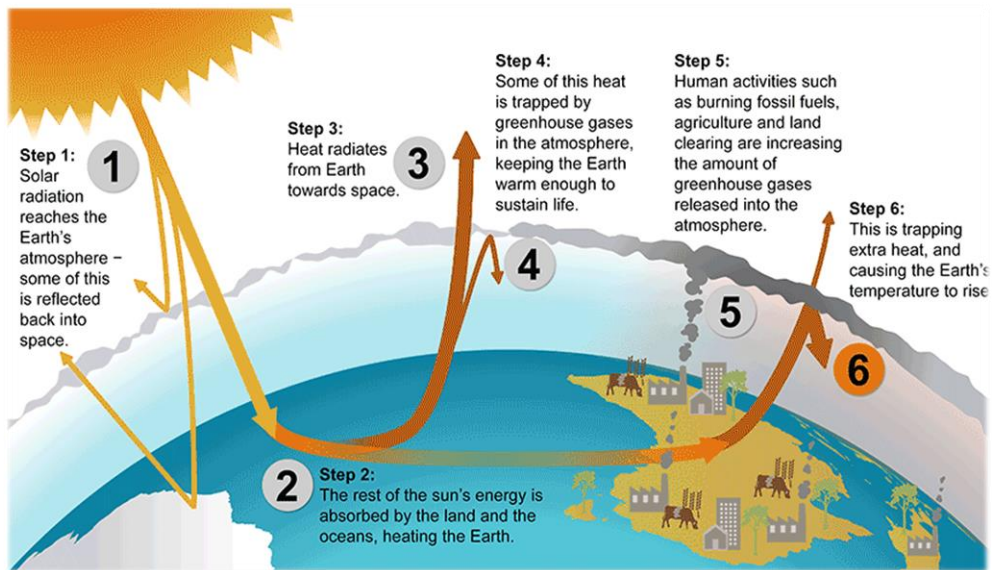
3<sup>aria</sup>: derretimento de geleiras; aumento do nível dos mares; mudanças nos padrões climáticos; ...

4<sup>aria</sup>: mudanças na biodiversidade; impactos sobre a sociedade (desabrigados por enchentes, ...)

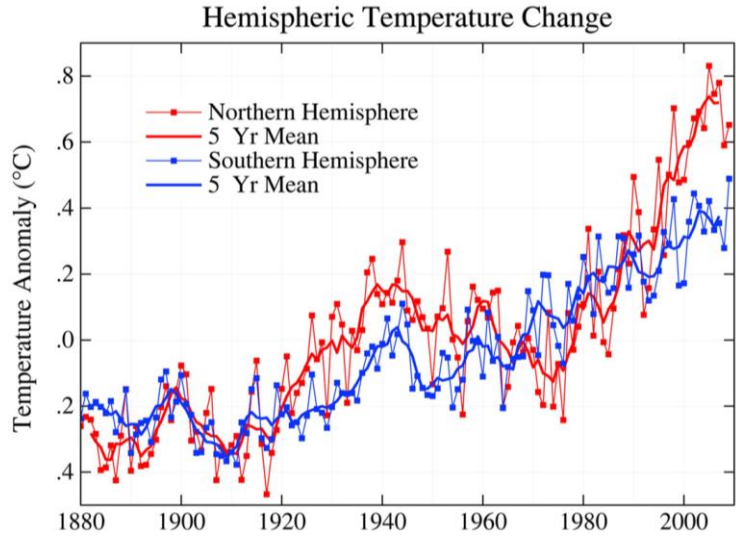
...

## Aquecimento Global

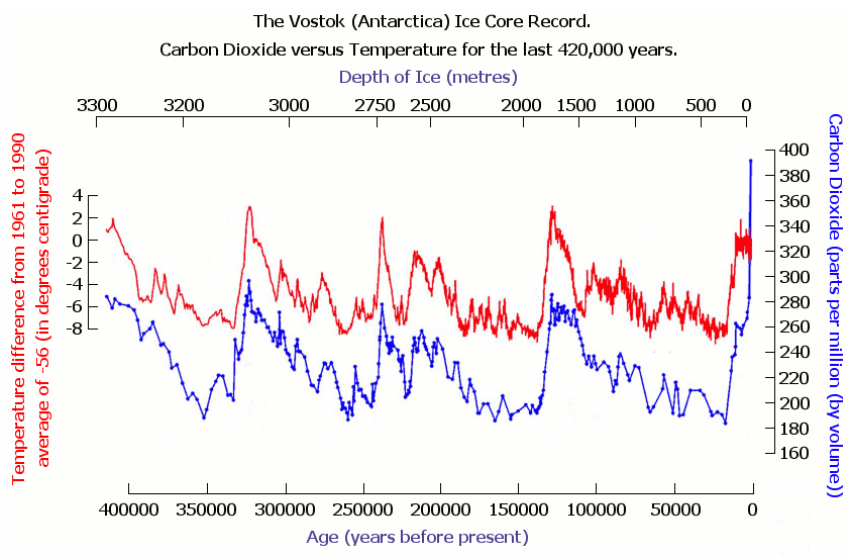
Como funciona no nível macro?



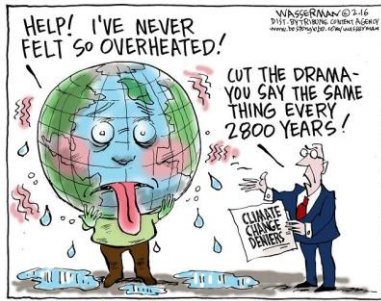
Aquecimento Global  
O efeito propriamente dito...



Aquecimento Global  
Temperatura vs. [CO<sub>2</sub>]



## Mudança Climática



Para saber mais, vale a pena consultar:

<https://www.youtube.com/watch?v=We2nYvdjpkK>

[https://www.youtube.com/watch?v=-D\\_Np-3dVBQ](https://www.youtube.com/watch?v=-D_Np-3dVBQ)

[https://www.youtube.com/watch?v=iUrF\\_Sme7YI](https://www.youtube.com/watch?v=iUrF_Sme7YI)

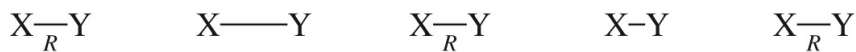
## Mudança Climática

[See what three degrees of global warming looks like - YouTube](#)

## Aquecimento Global

Um pouco de mecanismo

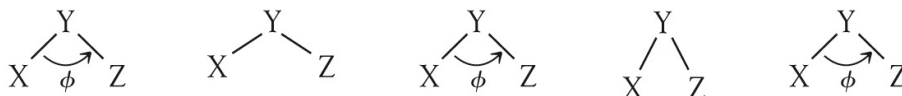
- A luz é absorvida quando sua frequência quase que se iguala à frequência de uma molécula que esteja em seu caminho
- O movimento oscilatório – também conhecido como estiramento da ligação - representa a vibração mais simples de uma molécula
- Neste, a distância entre X e Y aumenta para assumir valores maiores que R – distância padrão entre as partes – retornando a seguir a R, e então contraindo-se à um valor menor, para finalmente retornar a R



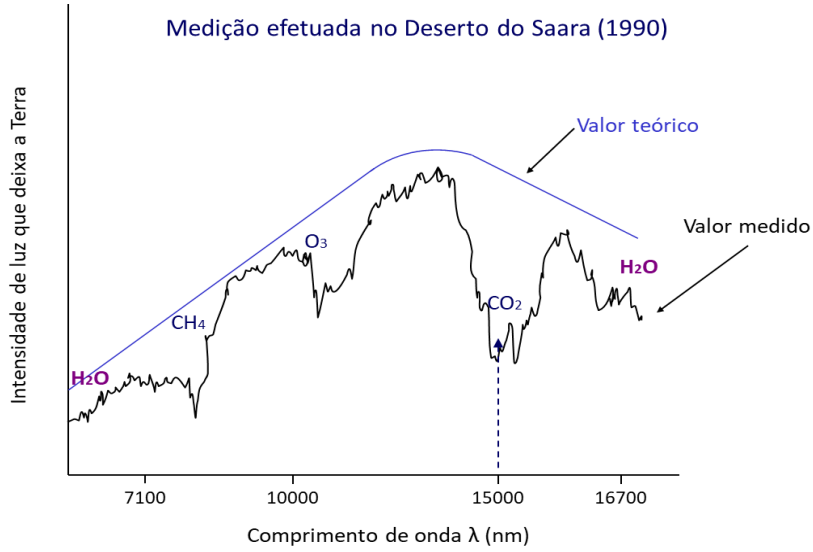
## Aquecimento Global

Um pouco de mecanismo

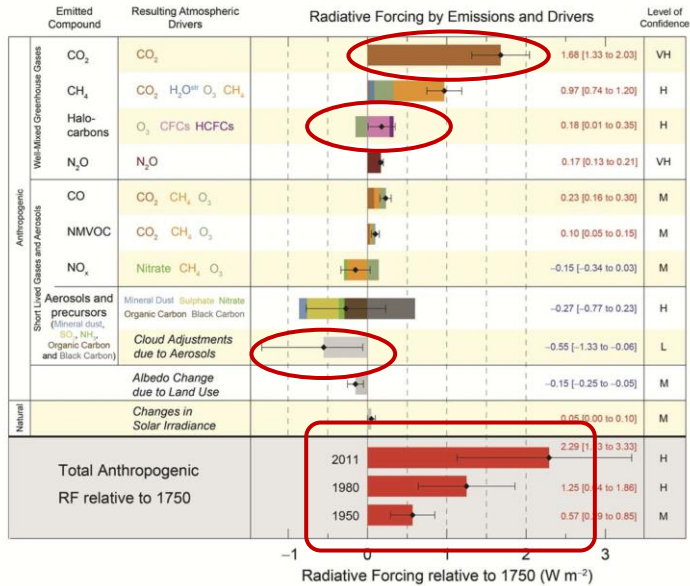
- Outro tipo de vibração relevante consiste da oscilação na distância entre dois átomos X e Z ligados a um átomo comum Y
- Esse movimento, chamado vibração da deformação angular, altera o valor do ângulo formado a partir das ligações estabelecidas entre XYZ de sua medida média  $\phi$
- As frequências de muitos tipos de deformação angular encontram-se na região do IR térmico



### Mudanças Climáticas



### Mudanças Climáticas



## Mudança Climática

### Fatores de Impacto

Gás	Abundância (2016)	Taxa de aumento	Tempo de Residência	Prognóstico (100 anos)
	(ppm)	(%)	(anos)	kg CO <sub>2</sub> eq./kg subs.
CO <sub>2</sub>	403	0,4	50 - 200	1.0
CH <sub>4</sub>	1.82	0,5	12	31
N <sub>2</sub> O	0.327	0,3	120	265
CFC-11	0.00027	0	50	4660
Halon 1301	0.000005	7,0	65	6290
HCFC-22	0.00025	5,0	12	1760
HFC-134a	0.000090	n/d	15	1300

Fonte: IPCC 2013: <http://www.ipcc.ch/contact/contact.htm>

## Formação de foto-oxidantes

### Fenômeno

Formação de ozônio na camada mais baixa da atmosfera (troposfera), devida a reações foto-catalisadas ocorridas entre poluentes primários (hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, radicais hidroxila) e O<sub>2</sub>

### Conseqüências

- Sobre a saúde humana: insuficiência respiratória, enfisema pulmonar
- Sobre o meio ambiente: degradação da vegetação

### Agentes

São precursores desse impacto os C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, NO<sub>x</sub>, OH· (este, na forma de componente derivado)

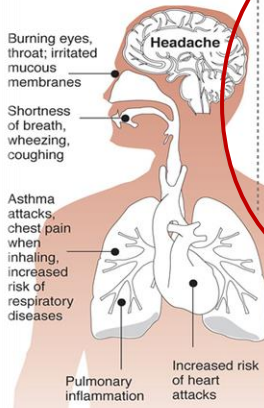


Efeitos sobre a saúde

**Why smog is harmful**

Ozone, the main ingredient in smog, is one of the most widespread air pollutants and among the most dangerous.

**Effects on health**



**How ozone forms**

- 1 Oxygen in the atmosphere O2
- 2 Nitric oxide, byproduct of combustion NO
- 3 Sunlight breaks up nitric oxide N O
- 4 Ozone formed by three oxygen atoms O3

**U.S. ozone limits**

In parts per billion

• 1997-2008	<b>84</b>
• 2008-present	<b>75</b>
• New EPA proposal	<b>60-70</b>

© 2010 MCT  
Source: American Lung Association, State of the Air 2008  
AP Graphic: Staff

Efeitos sobre a saúde

**Effects of Vehicle Emissions**

- Headaches**
- Aggravates Asthma and Allergies**
- Lung Disease**
- Impaired Learning**

**Vehicle Emissions**

- Carbon Monoxide**
- Nitrogen Oxides**
- Particulate Matter**
- Ground Level Ozone**

Children are especially vulnerable to the effects of vehicle emissions because their lungs and airways are immature. Also, their breathing zone is lower than adults so they are more exposed to vehicle exhausts and heavier pollutants that concentrate at lower levels in the air.

Vehicle exhaust emits chemicals that have harmful effects. Carbon monoxide diminishes the blood's ability to carry oxygen to the body. Nitrogen oxides irritate upper air passages and the lungs. Other exhaust toxins such as benzene are classified as probable or definite carcinogens.

## Sobre os precursores de foto-oxidantes

Como já havíamos mencionado os precursores de foto oxidantes são:

- óxidos de nitrogênio:  $\text{NO}_x$
- hidrocarbonetos:  $\text{C}_x\text{H}_y$



Tanto  $\text{NO}_x$  como  $\text{C}_x\text{H}_y$  são emitidos graças a combustão incompleta ocorrida em motores e em sistemas industriais em geração de energia

Outro “ingrediente” vital para reação é a luz solar, que eleva a concentração dos radicais livres que participam do processo

## Sobre os precursores de foto-oxidantes

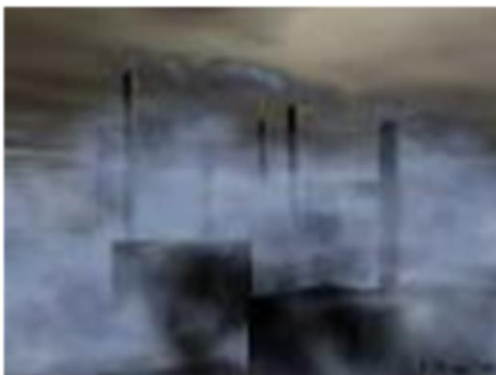
Os VOCs originam-se principalmente de atividades de transporte, bem como processos industriais diversos de transformação



Além das fontes acima mencionadas, os  $\text{NO}_x$  decorrem também da combustão em fontes móveis, além da produção de energia por termelétricas

## Como uma cidade fica sujeita aos foto-oxidantes?

1. Elevada geração de  $\text{NO}_x$ ,  $\text{C}_x\text{H}_y$  e outros VOCs no ar decorrente do tráfego de veículos
2. Temperaturas moderadamente elevadas e abundancia de luz solar
3. Pequena movimentação de massa de ar, de forma a não haver diluição dos reagentes



## Quem sofre com os foto-oxidantes? O que fazer para reduzi-lo?

- São candidatas naturais a essa condição Los Angeles, Denver, Roma, Atenas, Tóquio, México DF e São Paulo
- 1ª observação do SMOG: Los Angeles (1940)
- México DF: ar contaminado com material particulado,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$  e massa fecal em suspensão



### Alternativas e Soluções

Redução do número de veículos nos centros urbanos:  
RODÍZIO MUNICIPAL

## Padrões de Controle – Organização Mundial da Saúde (OMS)

Patamar	Valor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Comentário
Valor Guia	120	Valor de $[\text{O}_3]$ que a OMS recomenda não seja ultrapassado, em média durante 8h seguidas e acima do qual é possível <b>observar os efeitos sobre a saúde</b>
Limiar de Informação	180	Se a $[\text{O}_3]$ ultrapassa este valor durante mais de 1h em pelo menos uma estação de medida do país, desencadeia-se procedimento de <b>informação do público</b>
Limiar de Alerta	240	Excedido este valor durante mais de 1h em qual estação de medida desencadeia <b>procedimento de alerta</b> comportando a comunicação de informações à população.

## Padrões Nacionais de Qualidade do Ar: CONAMA nº 03/90

**Padrões nacionais de qualidade do ar**  
(Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90)

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão Secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de Medição
partículas totais em suspensão	24 horas <sup>1</sup> MGA <sup>2</sup>	240	150	amostrador de grandes volumes
		80	60	
partículas inaláveis	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	150	150	separação inercial/filtração
		50	50	
fumaça	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	150	100	refletância
		60	40	
dióxido de enxofre	24 horas <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	365	100	pararosanilina
		80	40	
dióxido de nitrogênio	1 hora <sup>1</sup> MAA <sup>3</sup>	320	190	quimiluminescência
		100	100	
monóxido de carbono	1 hora <sup>1</sup>	40.000	40.000	infravermelho não dispersivo
		35 ppm	35 ppm	
	8 horas <sup>1</sup>	10.000	10.000	
		9 ppm	9 ppm	
ozônio	1 hora <sup>1</sup>	160	160	quimiluminescência

1 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano. 2 - Média geométrica anual. 3 - Média aritmética anual.

## Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar: CONAMA nº 03/90

**Critérios para episódios agudos de poluição do ar**  
(Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90)

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
partículas totais em suspensão ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	375	625	875
partículas inaláveis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	250	420	500
fumaça ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	250	420	500
dióxido de enxofre ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	800	1.600	2.100
SO <sub>2</sub> X PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 24h	65.000	261.000	393.000
dióxido de nitrogênio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 1h	1.130	2.260	3.000
monóxido de carbono (ppm) - 8h	15	30	40
ozônio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) - 1h	400*	800	1.000

\* O nível de atenção é declarado pela CETESB com base na Legislação Estadual que é mais restritiva ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## Índices de Qualidade do Ar - CETESB

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Boa	0 - 50	0 - 50	0 - 80	0 - 4,5	0 - 100	0 - 80
Regular	51 - 100	50 - 150	80 - 160	4,5 - 9	100 - 320	80 - 365
Inadequada	101 - 199	150 - 250	160 - 200	9 - 15	320 - 1130	365 - 800
Má	200 - 299	250 - 420	200 - 800	15 - 30	1130 - 2260	800 - 1600
Péssima	>299	>420	>800	>30	>2260	>1600

Qualidade	Índice	Significado
Boa	0 - 50	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	51 - 100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	101 - 199	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	200 - 299	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
Péssima	>299	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

## Formação de foto oxidantes

Como se explica quimicamente o fenômeno?

The diagram shows a chemical reaction where VOCs, NO<sub>x</sub>, and O<sub>2</sub> react under solar light to form O<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, and other organic compounds. The background features a blurred image of a city skyline.

- Os VOCs e os NO<sub>x</sub> (poluentes primários) se combinam com O<sub>2</sub> presente no ar sob a ação de luz solar.
- Dessa transformação decorre a formação de uma mistura de compostos (poluentes secundários) na qual estão presentes O<sub>3</sub>, HNO<sub>3</sub>, bem como outros compostos orgânicos

$$\text{VOCs} + \text{NO}_x + \text{O}_2 + \text{luz solar} \longrightarrow \text{O}_3, \text{HNO}_3 \text{ e outros compostos orgânicos}$$

## Formação de foto oxidantes

Como se explica quimicamente o fenômeno?

- A formação do SMOG fotoquímico é um processo complexo.
- Para entender melhor tal processo, tome-se como exemplo um de seus principais grupos de agentes formadores, os VOCs
- Nesse universo, vamos selecionar um C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> que disponha de dupla ligação, que será o SÍTIO REATIVO para adição de outros compostos
- Considerando-se tais premissas, tal “composto genérico” poderia ser do tipo R'C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>R''

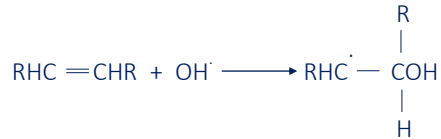


## Formação de foto oxidantes

Como se explica quimicamente o fenômeno?

Etapa 1: Adição de radicais hidroxila (OH<sup>·</sup>) á dupla ligação

- Os radicais OH<sup>·</sup> presentes na atmosfera se combinam ao VOC genérico com grande rapidez.
- A elevada velocidade da presente reação se deve principalmente á baixa ENERGIA DE ATIVAÇÃO da mesma
- A adição do radical hidroxila leva á ruptura da dupla ligação

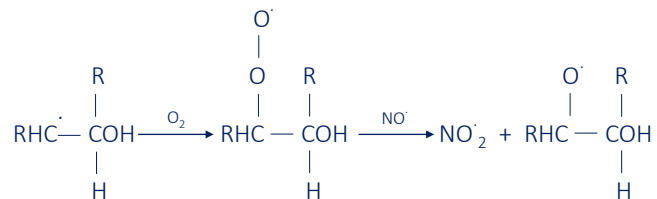


## Formação de foto oxidantes

Como se explica quimicamente o fenômeno?

Etapa 2: Oxidação do óxido nítrico (NO<sup>·</sup>) a dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub><sup>·</sup>)

- Dados os princípios de reação para ar puro, ocorre a adição de O<sub>2</sub> junto ao radical livre na molécula, do que decorre a geração de RADICAIS PERÓXIDO
- O radical peróxido, promove a oxidação do óxido nítrico (NO<sup>·</sup>) para dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub><sup>·</sup>)



## Formação de foto oxidantes

Como se explica quimicamente o fenômeno?

### Etapa 3: Formação do ozônio fotoquímico (O<sub>3</sub>)

- No momento em que uma quantidade apreciável de NO<sup>•</sup> tenha se oxidado a NO<sub>2</sub> este último sofre DECOMPOSIÇÃO FOTOQUÍMICA do que se originam NO<sup>•</sup> e oxigênio atômico



- O oxigênio atômico acaba então por se combinar com O<sub>2</sub> do ar para formar ozônio (O<sub>3</sub>)



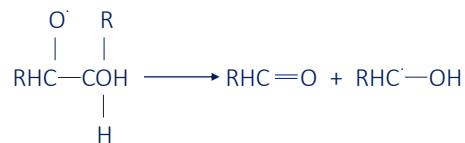
IMPORTANTE: NO<sub>2</sub> é a única fonte significativa de oxigênio a partir da qual O<sub>3</sub> pode ser formado

## Formação de foto oxidantes

Como se explica quimicamente o fenômeno?

### Etapa 4: Formação de aldeídos (RHC=O)

- Os radicais carbonados se decompõem por CLIVAGEM da ligação que os une, formando um ALDEÍDO além de um radical RHC<sup>•</sup>OH



- Logo após ser formado, o radical RHC<sup>•</sup>OH reagem com uma molécula de oxigênio gerando uma quantidade adicional de aldeído





## Formação de foto oxidantes

Como se explica quimicamente o fenômeno?

### Etapa 5: Efeito Autocatalítico

- A ação da luz solar faz com que boa parte dos aldeídos formados desapareçam, via degradação fotoquímica em  $R^\cdot$  e  $HCO^\cdot$

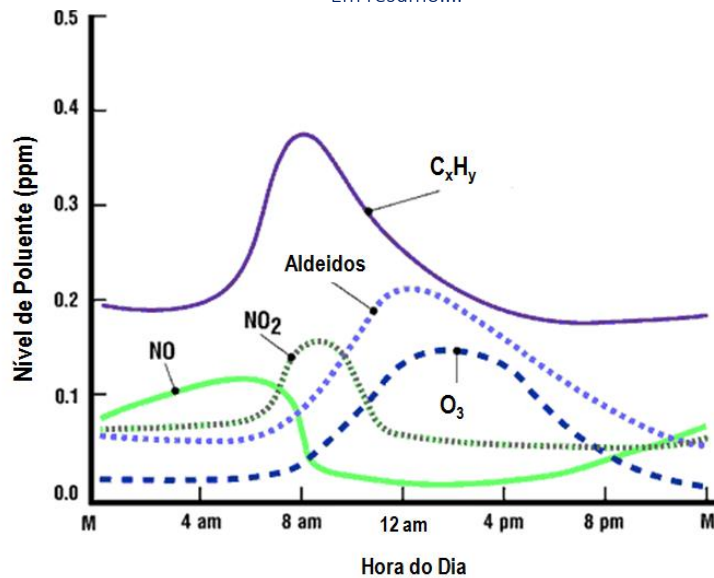


- Os produtos da decomposição dos aldeídos sofrem adição de  $O_2$ , gerando radicais peróxido. Estes últimos, oxidam  $NO^\cdot$  a  $NO_2^\cdot$ , além de produzir  $OH^\cdot$ , o que torna a reação AUTOCATALÍTICA



## Formação de foto oxidantes

Em resumo....



## Eutrofização

### Fenômeno

Aumento desequilibrado do teor elementos nutrientes (nitrogênio e fósforo) em corpos d'água resultando em proliferação anormal de algas

### Conseqüências

Degradação da qualidade da água; mortandade de peixes (asfixia); alteração da biodiversidade

### Agentes

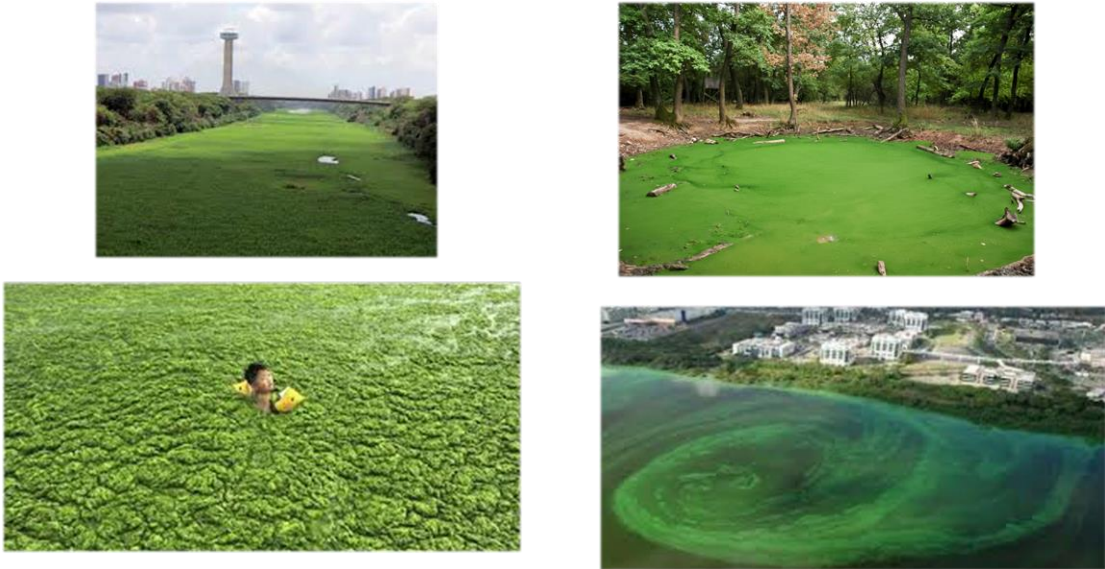
Emissões atmosféricas e lançamento de efluentes líquidos contendo compostos a base de nitrogênio e de fósforo

---

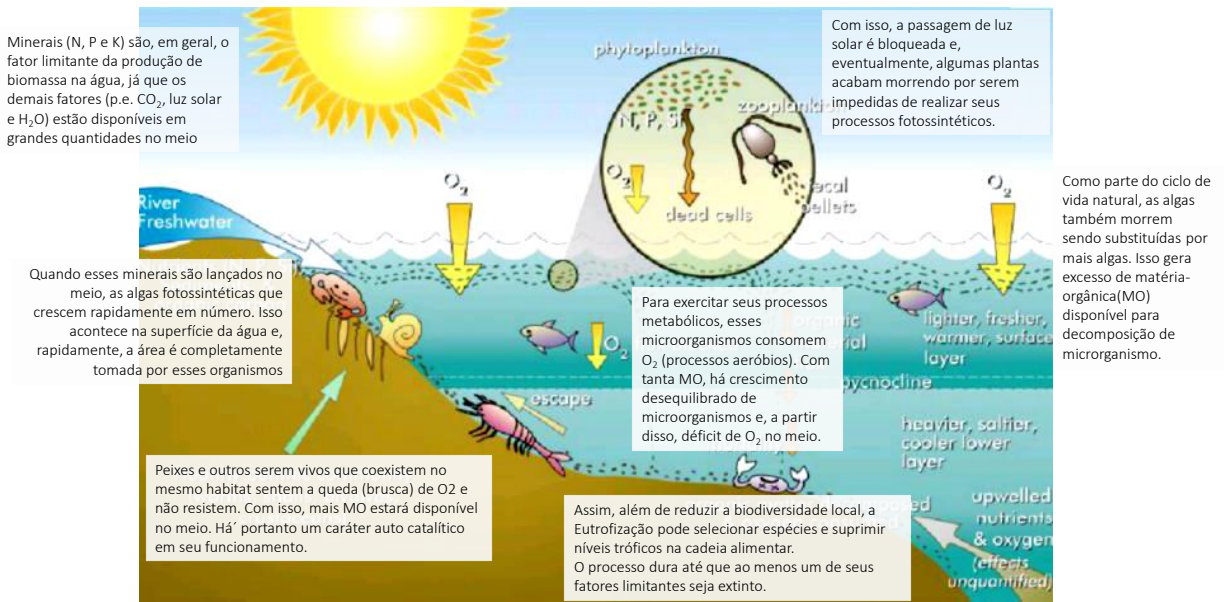
## Efeitos da Eutrofização



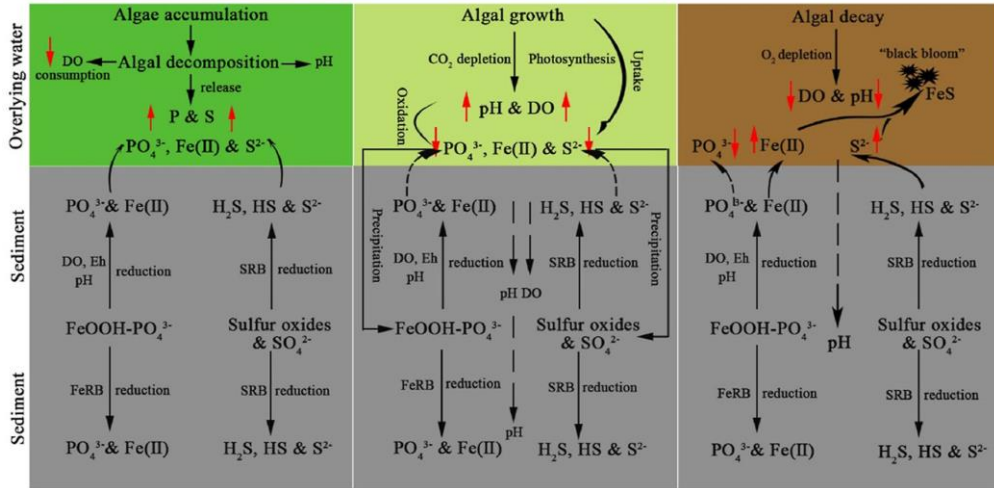
Efeitos da Eutrofização



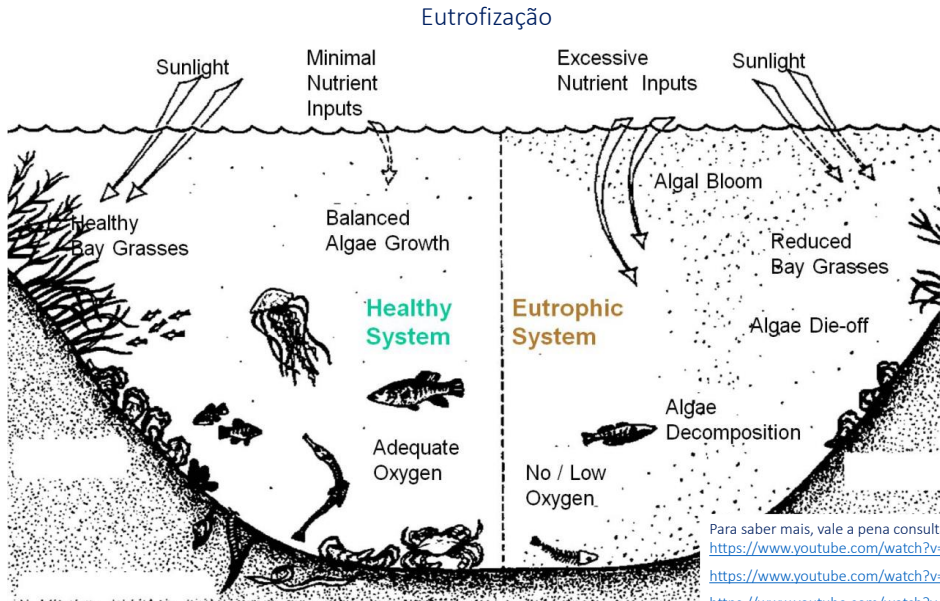
Eutrofização: um pouco de mecanismo...



Eutrofização: um pouco de mecanismo...



Cui et al., (2021) (<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127175>)



## Toxicidade Humana

Fenômeno

Descarte de agentes tóxicos no meio ambiente

Conseqüências

Efeitos diversos sobre os seres humanos

Agentes

Benzeno, cádmio, chumbo, mercúrio, etc.

---

---

## Ecotoxicidade

Fenômeno

Descarte de agentes tóxicos no meio ambiente

- Toxicidade aquática (Água Fresca e Marinha)
- Toxicidade terrestre

Conseqüências

Danos diversos aos ecossistemas (fauna e flora).

Agentes

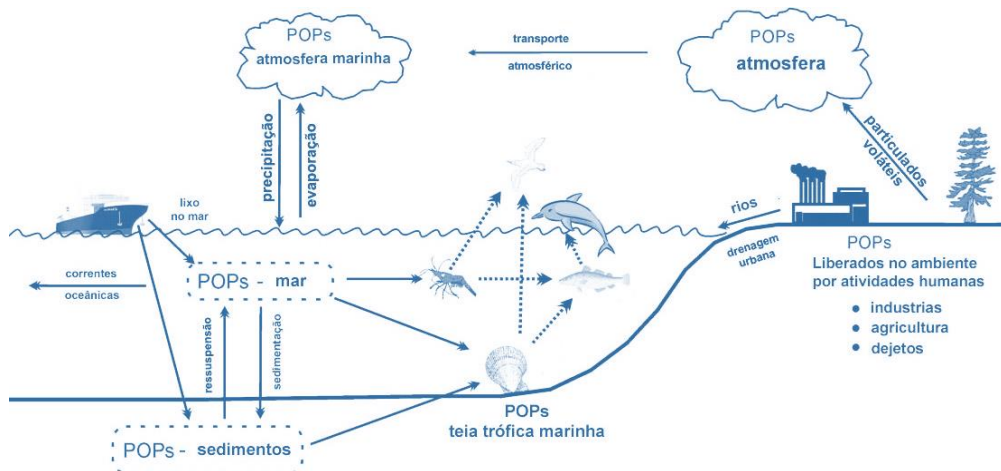
- Metais pesados (Hg, Cd, Pb, As), orgânicos (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, fenol, C-H cadeia longa, ≠ grupos funcionais)
  - Defensivos agrícolas
  - Fármacos (antibióticos, hormônios e disruptores endócrinos, etc.)
  - Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs)
- 
-



## Ecotoxicidade



## Ecotoxicidade



## Uso do Solo

### Fenômeno

Interação entre o homem e o meio ambiente que consiste das transformação e ocupação do solo natural

O conceito de transformação do solo se dá por meio de interações antrópicas que modificam o solo desde seu estado original para (ou até) um estado desejado. A isso se segue a ocupação do solo

### Consequências

Efeitos diversos sobre os solo tais como erosão, assoreamento, desertificação, entre outros

### Agentes

Cidades, núcleos industriais, empreendimentos agrícolas e de pecuária, florestas 2<sup>arias</sup>, etc.

## Uso do Solo Agrícola

Se encaixam nesta classe práticas de:

- Monocultura
- Policultura: cultivo de várias espécies na mesma área ou campo, seja de modo simultâneo, seja em sequência
- Rotação de cultivos: alternância (anual?) de espécies vegetais numa mesma área agrícola
- Cultivos intercalares: cultivar duas plantas diferentes ao mesmo tempo, e no mesmo campo
- Agricultura de subsistência
- Agricultura extrativista
- Pecuária: bovina, suína, caprina, ovina, bufalina, avicultura, aquicultura, entre outros



## Uso do Solo Urbano

suporte e fonte de material para obras civis



## Uso do Solo Urbano

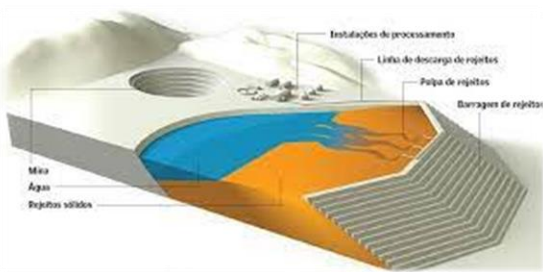
sustento das agriculturas urbanas, suburbanas e de áreas verdes





## Uso do Solo Urbano

meio para descarte de rejeitos e drenagem/filtragem de águas pluviais



## Floresta 1<sup>ária</sup> vs. Floresta 2<sup>ária</sup>

Floresta primária é aquela mata intocada, onde as pessoas ainda não provocaram mudanças em suas características originais.

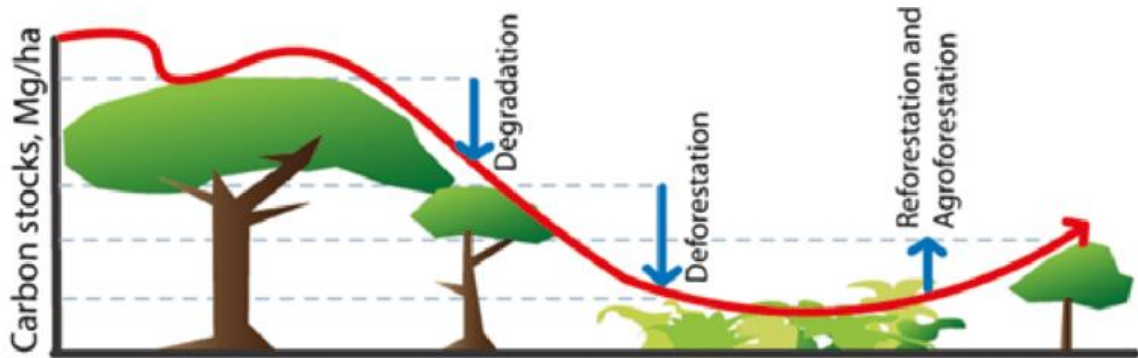
A Mata Atlântica primária caracteriza-se por sua grande diversidade biológica, com grandes árvores, e também diversas plantas como bromélias, orquídeas e cactos

As florestas secundárias são aquelas resultantes de um processo natural de regeneração da vegetação, em áreas onde no passado houve corte raso da floresta primária.

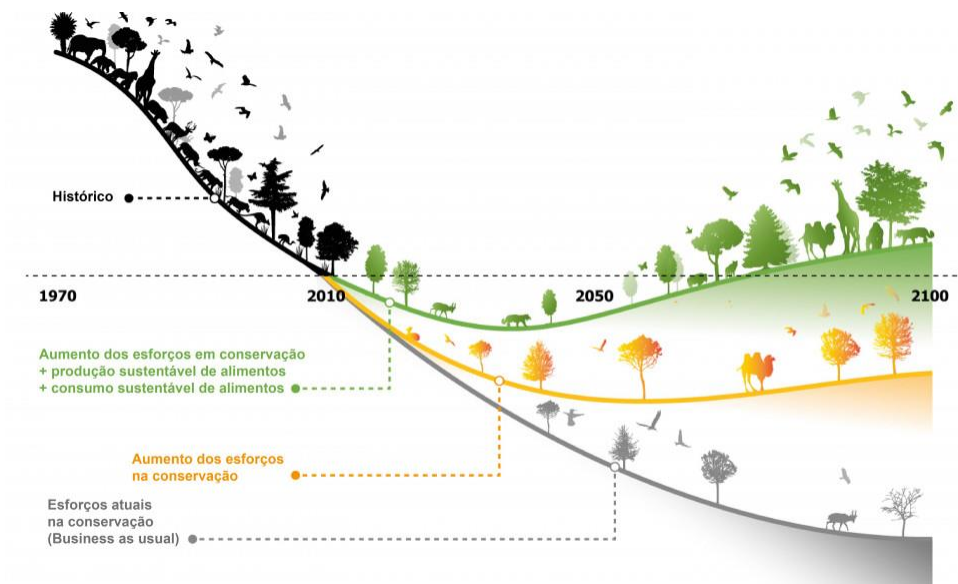
Nesses casos, quase sempre as terras foram temporariamente usadas para agricultura ou pastagem e a floresta ressurgiu espontaneamente após o abandono destas atividades

Também são consideradas secundárias as florestas muito descaracterizadas por exploração madeireira irracional ou por causas naturais, mesmo que nunca tenha havido corte raso e que ainda ocorram árvores remanescentes da vegetação primária.

## Curva da Estoque de Carbono nas plantas e no solo



## Curva da biodiversidade terrestre



## EXERCÍCIO DE FIXAÇÃO n.6

(Por favor, não se esqueçam de identificar os integrantes do grupo por Nome e NUSP)

PQI 3535 – AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA

### Exercício n.1

Queremos conhecer um pouco do quanto vocês sabem neste momento sobre Impactos Ambientais. Para isso, optamos por realizar um exercício de comparação entre esses efeitos. Cada grupo de estudantes deverá preencher a Tabela 1 indicada a seguir, colocando a sua percepção coletiva sobre o tema. Trata-se de um exercício subjetivo; portanto, não há um 'resultado' certo, ou errado quanto a importância relativa das categorias ambientais entre si. Por outro lado, é fundamental que haja consenso dentro da equipe.

A lógica a ser usada para o preenchimento da tabela é simples: os impactos que forem considerados como sendo de maior importância, deverão receber pontuação mais elevada em uma escala arbitrária que a equipe defina. | Feito isso, os valores serão somados e vocês deverão, então, normalizá-los para contribuições relativas (ou seja, valores percentuais), dividindo cada parcela pelo 'TOTAL DE PONTOS' obtido.

### Exemplo:

Após realizar um breve debate, o grupo atribuiu 80 pontos para Mudanças Climáticas em uma escala cujo limite máximo foi estabelecido em 100 pontos. Ao avaliar a seguir a Acidificação a equipe irá compará-la com a categoria de impacto anterior. Imaginando que neste julgamento, a Acidificação tenha importância menor do que Mudanças Climáticas, a ela poderia, então, ser atribuído (p.e.) um total de 50 pontos.

Supondo que a categoria seguinte fosse Toxicidade Humana, e os avaliadores chegassem ao consenso de que ela é mais importante do que Acidificação, mas, ao mesmo tempo, menos expressiva que Mudanças Climáticas. A partir dessa análise qualitativa, o grupo conclui que seria razoável que Toxicidade Humana recebesse (p.e.) 70 pontos. O procedimento de comparar a categoria de impacto seguinte com aquelas já analisadas, deverá ser aplicado de maneira sucessivamente. Ao longo do processo, é sempre possível corrigir totais de pontos que já haviam sido atribuídos.

Imaginemos agora que a somatória das pontuações atribuídas perfizesse um total de 500 pontos obtidos. Diante desse montante, a contribuição relativa da categoria de impacto de Mudanças Climáticas será:

$$MC = \left( \frac{80}{500} \right) \times 100\% = 16\%$$

Nos casos em que o grupo não tiver conhecimentos suficientes sobre certa categoria para, sequer, confrontar sua magnitude às demais, o impacto deve receber uma indicação do tipo 'Não Classificada' (NC) no campo correspondente à sua pontuação disponível no Quadro Resposta. Esse procedimento deve ser evitado ao extremo, servindo apenas para situações excepcionais, nas quais, a ausência de informação inviabilize completamente a comparação. O impacto classificado com (NC) não poderá ser relativizado, deixando, por isso mesmo, de fazer parte da análise coletiva para a qual esses indicadores servirão mais tarde.

## Solução

Tabela 1: Quadro Resposta: Percepção subjetiva quanto a importância das categorias de impacto

CATEGORIAS DE IMPACTO	Pontuação Absoluta (escala arbitrária)	Pontuação Relativa (valores expressos em %)
Depleção de Recursos Fósseis		
Depleção de Minerais		
Depleção de Água		
Mudanças Climáticas		
Depleção de Ozônio Estratosférico		
Formação de Ozônio Troposférico		
Acidificação		
Toxicidade Humana		
Ecotoxicidade Aquática		
Ecotoxicidade Terrestre		
Uso do Solo		
Transformação do Solo		
Biodiversidade		
Total de Pontos		100%