

ENERGIA NUCLEAR E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

SIU MUI TSAI
tsai@cena.usp.br



Laboratório de Biologia Celular e Molecular
Centro de Energia Nuclear na Agricultura
Universidade de São Paulo
Piracicaba - SP



THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM

COMPRIMENTO

Onda
(em metros)

10^3 10^2 10^1 1 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3} 10^{-4} 10^{-5} 10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9} 10^{-10} 10^{-11} 10^{-12}

TAMANHO

Onda

+ Longo



This Period



+ Curto

NOME

Onda

Ondas Radio

Microondas

INFRAVERMELHO

VISIVEL

ULTRAVIOLETA

R-X "Leve"

R-X "Pesado"

RAIOS GAMA

FONTE



FM Radio



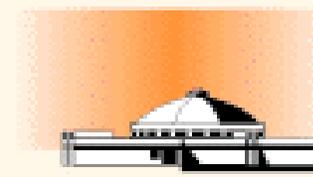
Radar



People



Light Bulb



The ALS



X-Ray Machines



Radioactive Elements

FREQUENCIA

(Onda/segundo)

10^6 10^7 10^8 10^9 10^{10} 10^{11} 10^{12} 10^{13} 10^{14} 10^{15} 10^{16} 10^{17} 10^{18} 10^{19} 10^{20}

ENERGIA FÓTON

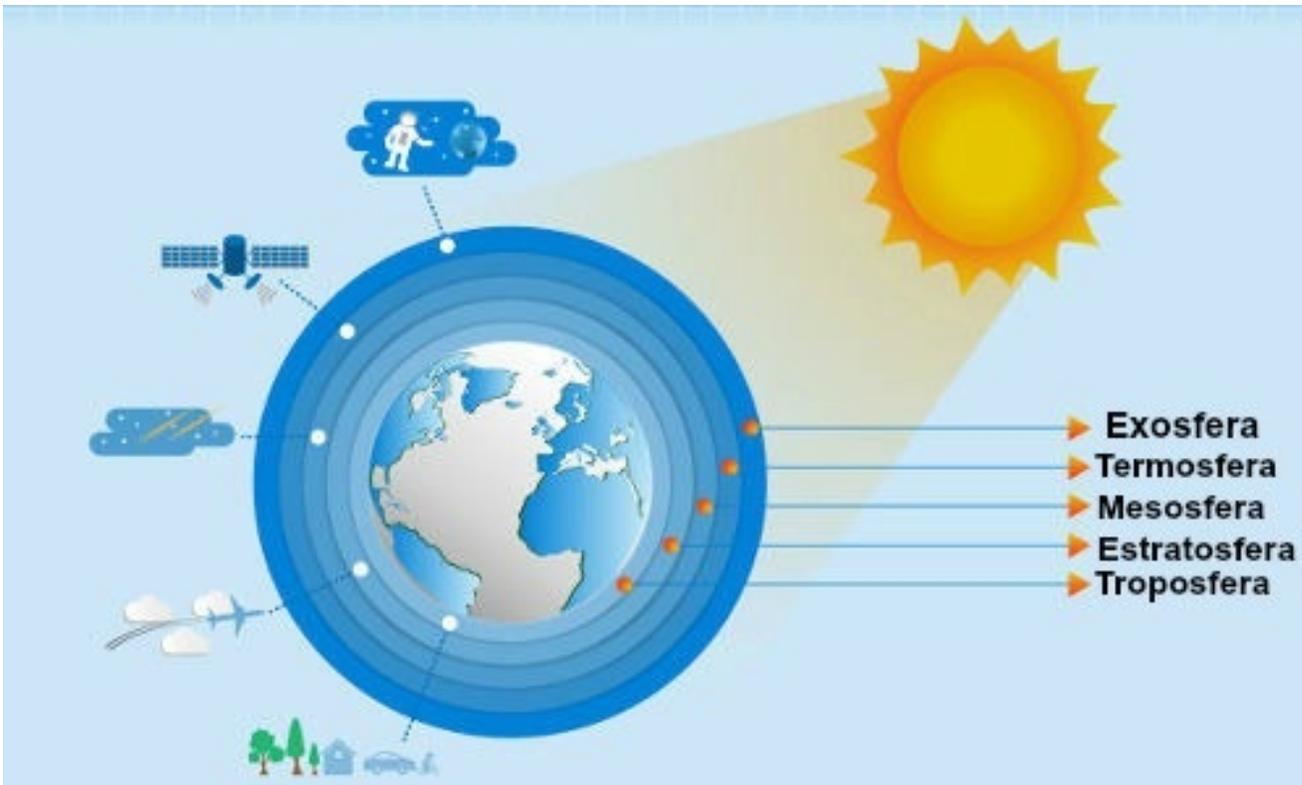
(eletron volts)

10^{-9} 10^{-8} 10^{-7} 10^{-6} 10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 1 10^1 10^2 10^3 10^4 10^5 10^6

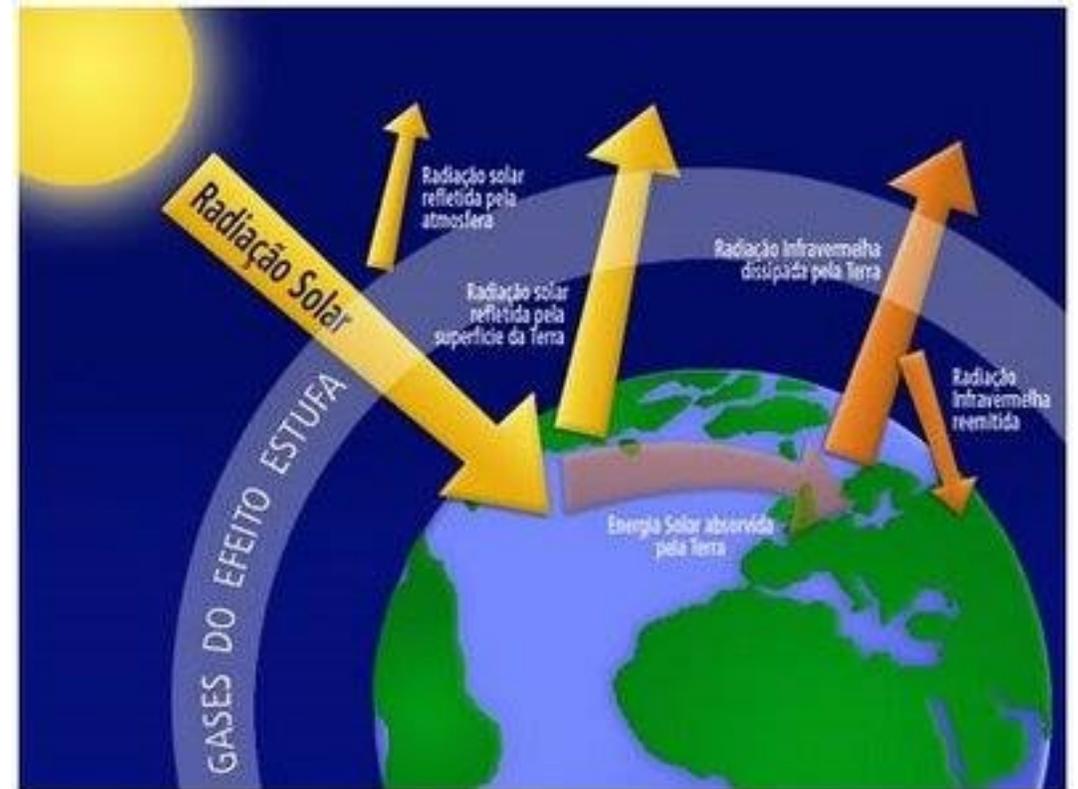
lower

higher

ATMOSFERA E SUAS CAMADAS



OS GASES DE EFEITO ESTUFA



A CAMADA DE OZÔNIO PROTEGE A TERRA
DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

SOL

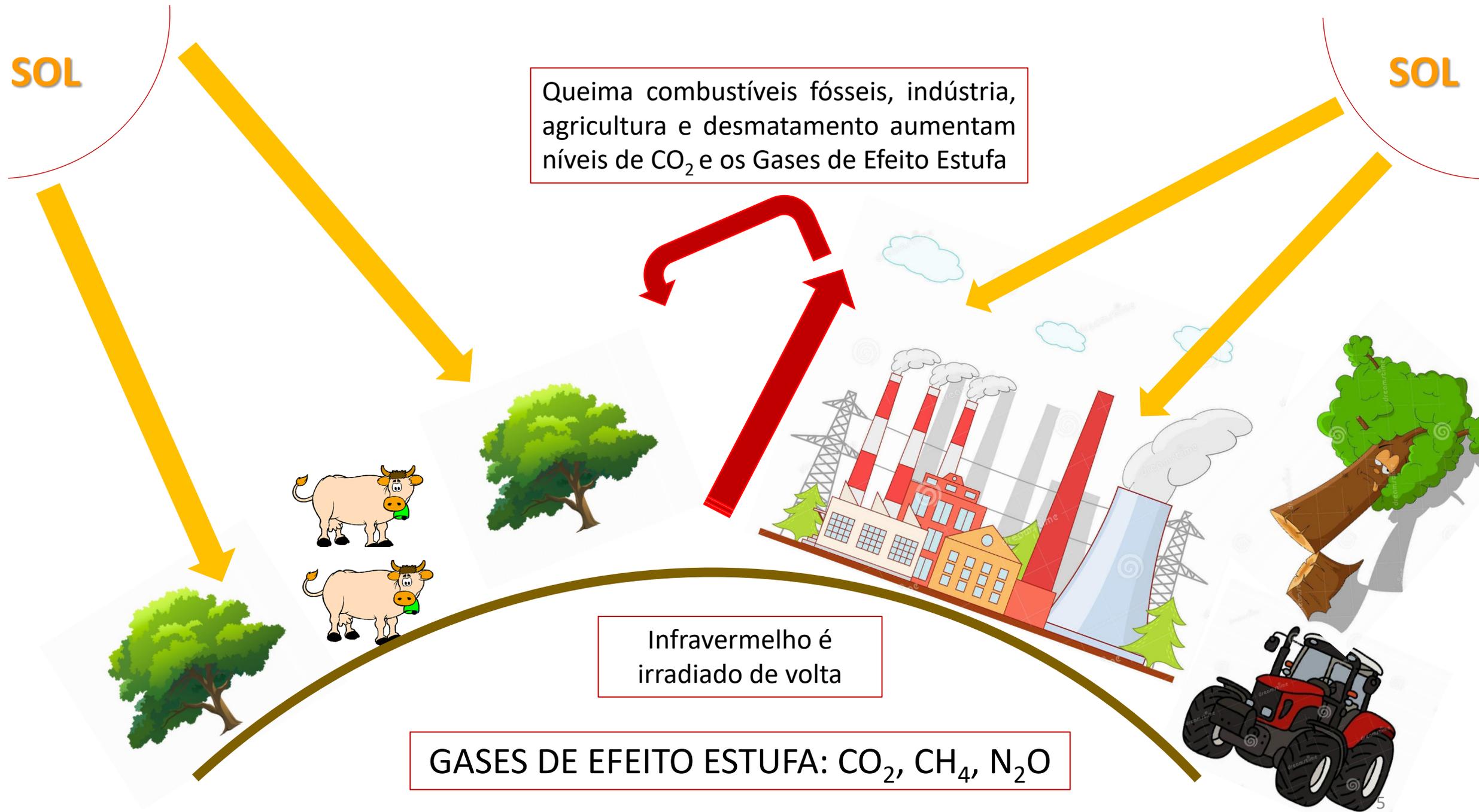
SOL

Queima combustíveis fósseis, indústria, agricultura e desmatamento aumentam níveis de CO₂ e os Gases de Efeito Estufa

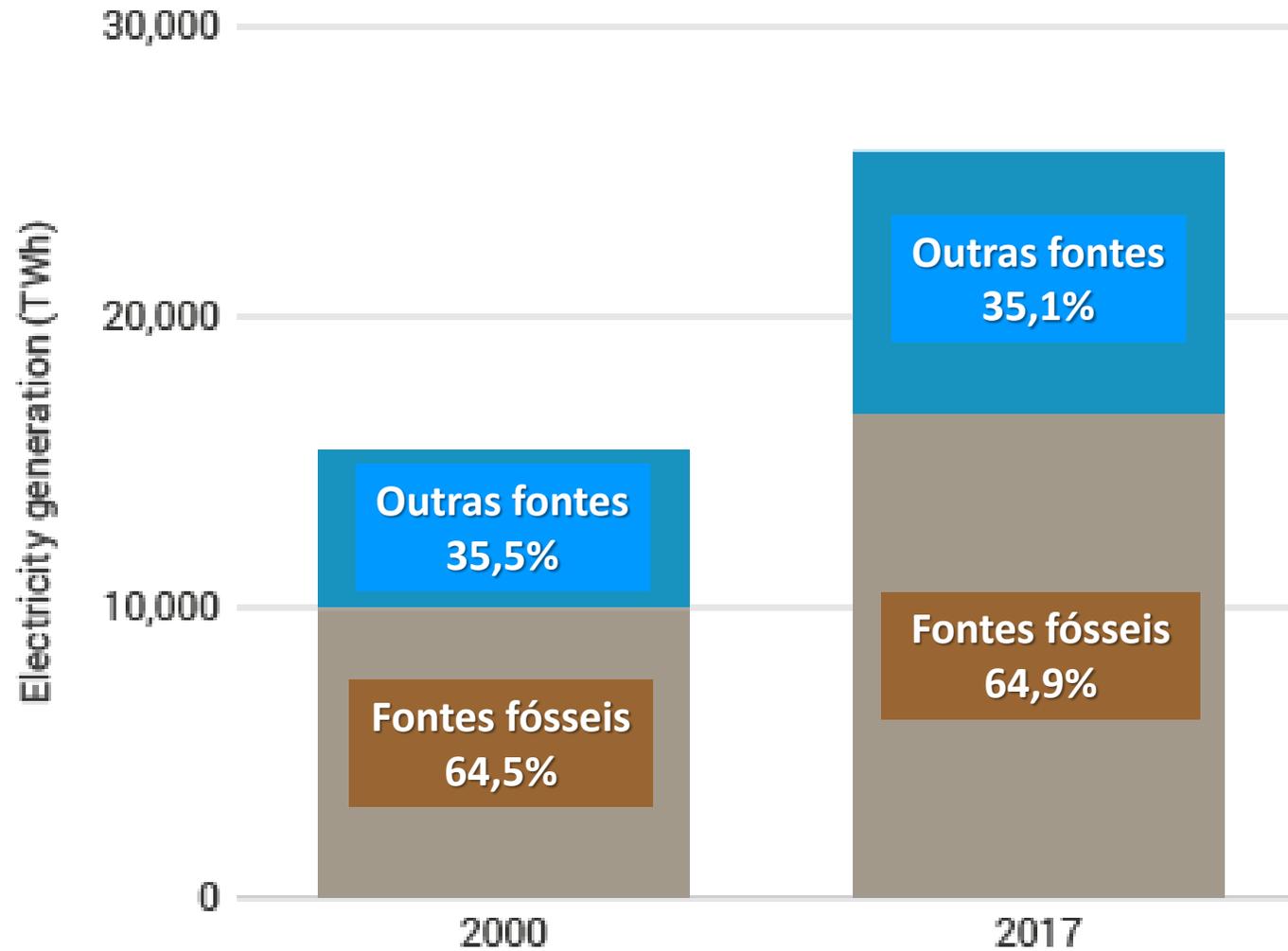


Infravermelho é irradiado de volta

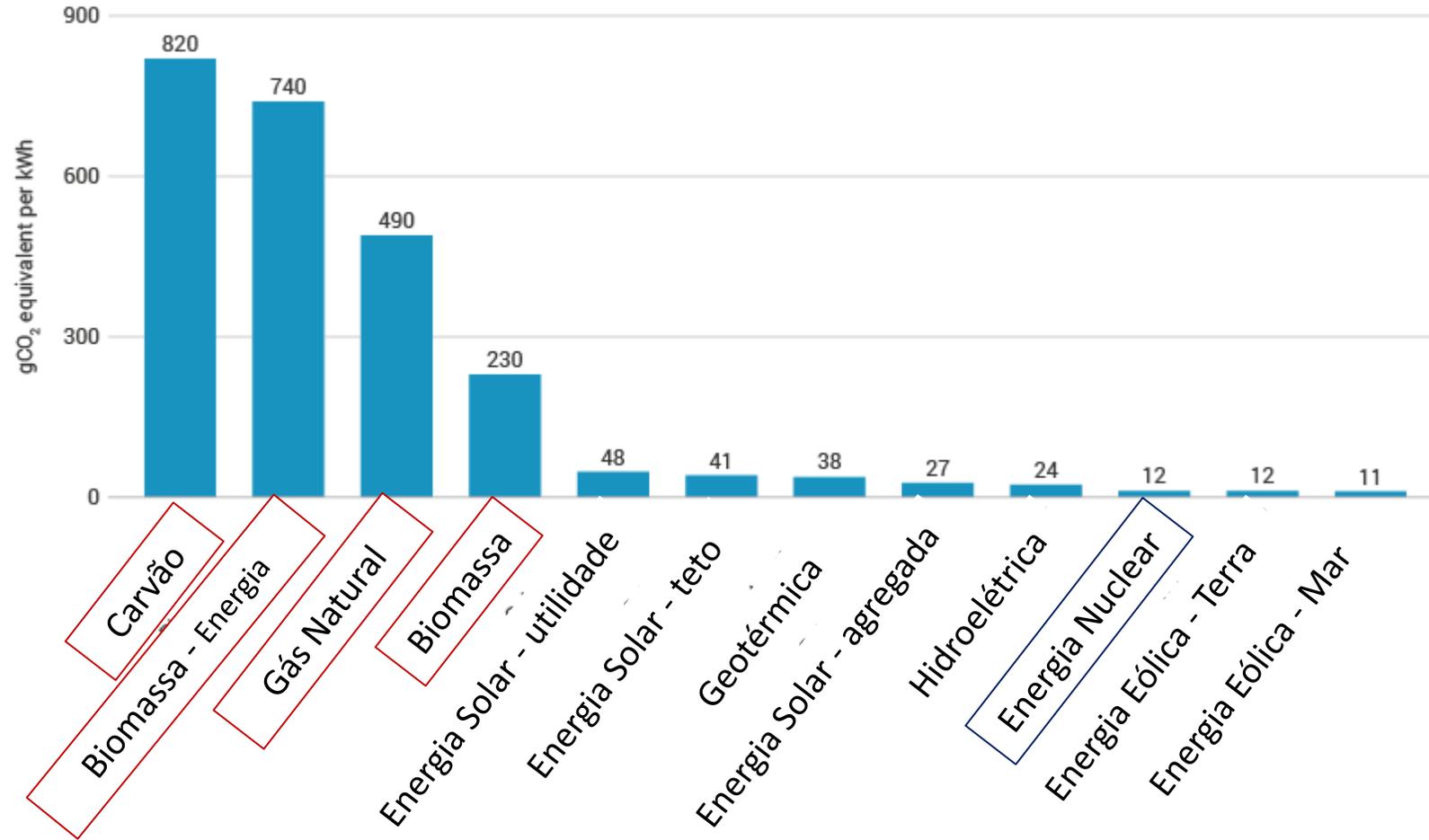
GASES DE EFEITO ESTUFA: CO₂, CH₄, N₂O



GERAÇÃO DE ELETRICIDADE (TWh)



gCO₂ equivalente por Kwh



É POSSÍVEL OBTER ENERGIA ECOLOGICAMENTE CORRETA?

- É a única fonte de energia que não está contribuindo para o efeito estufa, pois não são gerados os gases dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e CFC's (Cloro Flúor Carbonetos).
- Se gerada com tecnologia adequada, a radioatividade usada corretamente pode trazer grandes benefícios, pois seu custo de produção é relativamente baixo em comparação a outras fontes, incluindo o petróleo.

Energia Nuclear tem Baixo Teor de Carbono

As usinas nucleares não produzem emissões de gases de efeito estufa durante a operação e, ao longo de seu ciclo de vida, a energia nuclear produz:

- (a) Aproximadamente a mesma quantidade de emissões equivalentes de CO₂ por unidade de eletricidade que o vento.

- (a) Um terço das emissões por unidade de eletricidade comparada com a energia solar.

ACORDO DE PARIS DE 2015

- Manter o aumento global temperaturas bem **abaixo de 2 °C** em comparação com os níveis pré-industriais, e com o objetivo de **limitar o aumento para 1,5 °C**.
- Conceito científico: limitar o aumento a 1,5 °C reduziria significativamente os riscos apresentados pelas mudanças climáticas.
- Esforços internacionais nos últimos 20 anos aumentaram a quantidade de eletricidade gerada pelo vento, solar e outras fontes renováveis, mas não conseguiram deslocar os combustíveis fósseis da mistura.
- Em 2017 - os combustíveis fósseis produziram mais eletricidade - em termos relativos e absolutos - do que nunca. Relatório de 2018, se houver Aquecimento Global de 1,5°C, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) alertou que provavelmente ultrapassaremos o limite de 1,5°C já em 2030.

- Em termos de fontes energéticas, a **energia nuclear** consiste na produção de eletricidade a partir do processo de fissão nuclear e, em consequência, da *reação de fissão nuclear em cadeia*, o que libera uma grande quantidade de calor (energia térmica).
- Nesse sentido, as usinas nucleares ou usinas termonucleares são consideradas, atualmente, uma entre as principais opções para o desenvolvimento tecnológico a partir do fornecimento dessa fonte de energia.



USINA ANGRA II

Como a energia nuclear pode combater as mudanças climáticas?

- O mundo deve reduzir rapidamente sua dependência de combustíveis fósseis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.
- A energia nuclear é de baixo carbono e pode ser implantada em grande escala no tempo necessário, fornecendo ao mundo eletricidade limpa e acessível.
- Emissões de dióxido de carbono relacionadas à energia continuam a aumentar - atingindo 33,1 bilhões de toneladas em 2018, um recorde, e aumentaram em mais de 40% desde 2000.

As Nações Unidas reconhecem as mudanças climáticas como
“a ameaça mais sistêmica para a humanidade”

Como a energia nuclear pode combater as mudanças climáticas?

Para combater as mudanças climáticas, o mundo deve reduzir rapidamente sua dependência de combustíveis fósseis para reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

A energia nuclear é de baixo carbono e pode ser implantada em grande escala no tempo necessário, fornecendo ao mundo eletricidade limpa e acessível.



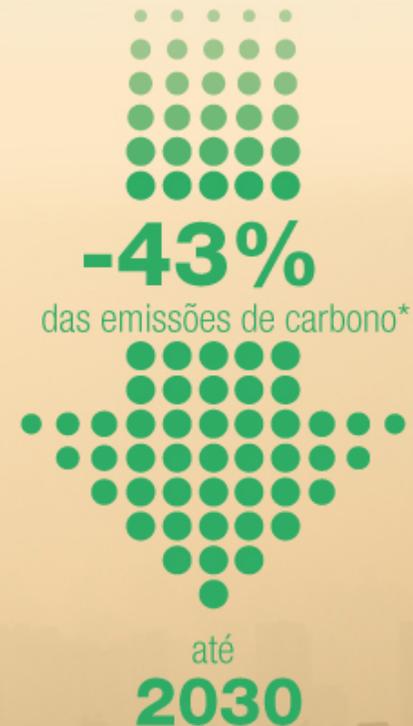
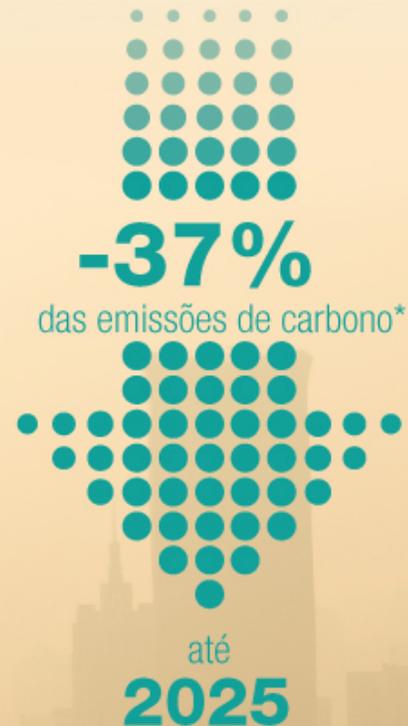
- Devem ser implantadas todas as tecnologias disponíveis – simples ou agregadas.
- Não podemos nos dar ao luxo de esperar, pois os impactos das mudanças climáticas atingirão primeiro os mais pobres e vulneráveis e, se não agirmos, haverá consequências humanitárias significativas.

E O BRASIL?

- A NDC (Contribuições Nacionalmente Determinadas) do Brasil comprometeu-se a reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, com contribuição subsequente de reduzir até 2030 as emissões de GEE em 43% abaixo dos níveis de 2005.
- Nosso país se comprometeu até 2030:
 - (a) Aumentar a participação de [bioenergia sustentável](#) na sua matriz energética para aproximadamente 18%;
 - (b) Restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas;
 - (c) Alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética.

NDC Brasil

NDC (Contribuição Nacionalmente Determinada) com metas ambiciosas



*em comparação às emissões verificadas em 2005.

Fontes Alternativas:

energia solar, energia eólica, biocombustíveis, energia dos oceanos e energia geotérmica



No Brasil, as principais energias utilizadas são:

Petróleo, hidrelétrica, carvão mineral e biocombustíveis

SERÁ QUE CONSEGUIREMOS ATINGIR A META NDC PROPOSTA ?



BRASIL

**USINA DE
ITAIPÚ**



- Brasil tem 33.600 km² nos 60 reservatórios para hidroelétricas, com 12 > 1.000 km²
- O risco de seca é frequente pois o desmatamento de florestas nativas e matas ciliares é um risco real na nossa região tropical

SERÁ QUE CONSEGUIREMOS ATINGIR A META NDC PROPOSTA ?

- Embora hidrelétricas sejam, muitas vezes, apresentadas como “energia verde”, que significa uma fonte de energia sem emissões de gases de efeito estufa, barragens, na verdade, emitem quantidades consideráveis de gases pelas barragens em áreas tropicais.
- Estima-se que os reservatórios cobrem 500.000 km² em todo o mundo e emitem anualmente 20 milhões de toneladas de metano (CH₄). Isso equivale a 136 milhões de toneladas de carbono equivalente a CO₂ e 185 milhões toneladas de carbono equivalente a CO₂.

- Todas essas necessidades na produção de alimentos competem pela produção de terra, alimentos e biomassa não alimentar, além de solos bons e oceanos limpos, que estão mais escassos do que nunca.
- Estamos preocupados em combater as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade, inter-relacionadas com energia, alimentos e escassez de terras, que requerem planejamento e design para usos e propósitos adequados.

SELO ENERGIA SUSTENTÁVEL

Empreendimentos de Geração, Transmissão e Distribuição atendem aos 11 compromissos de sustentabilidade econômicos, sociais e ambientais e recebem o selo Energia Sustentável de acordo com sua aderência aos compromissos.



Consumidores Livres que compram energia dos empreendimentos certificados divulgam para seus clientes finais o percentual de energia sustentável usada nos seus processos produtivos e/ou prestação de serviços.

Em 2015, os líderes mundiais concordaram com 17 metas globais para 2030

para diminuir a pobreza, lutando contra a desigualdade e abordando a urgência das mudanças climáticas



- A Energia Nuclear pode atender às Metas da ONU



 **OBJETIVOS** DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

OBJETIVO GLOBAL #2

Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e a melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável



#GlobalGoals



UN Photo7 Martine Perret



 **OBJETIVOS** DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

OBJETIVO GLOBAL #6

Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos



#GlobalGoals



- A Energia Nuclear pode atender às Metas da ONU



- As mudanças climáticas são uma ameaça real e inegável a toda a nossa civilização.
- Os efeitos já são visíveis e serão catastróficos, a menos que ajamos agora.
- Por meio da educação, inovação e adesão aos nossos compromissos climáticos, podemos fazer as mudanças necessárias para proteger o planeta.
- Essas mudanças também oferecem grandes oportunidades para modernizar nossa infraestrutura, o que criará novos empregos e promoverá maior prosperidade em todo o mundo.



FORTALECER A RESILIÊNCIA E A CAPACIDADE ADAPTATIVA A DESASTRES RELACIONADOS AO CLIMA

Fortalecer a resiliência e a capacidade de adaptação aos riscos e desastres naturais relacionados a estresses do clima

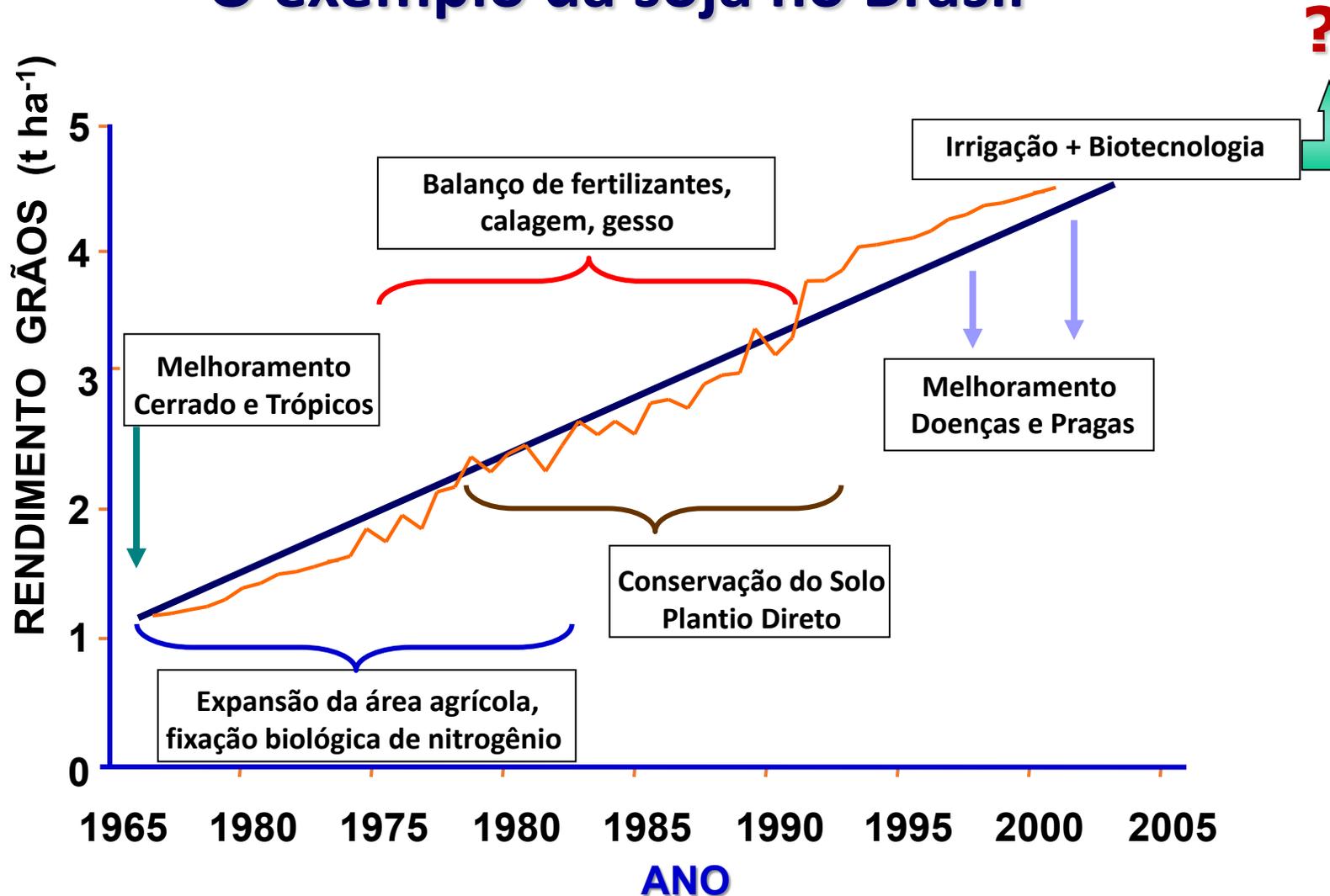
INTEGRAR MEDIDAS NAS POLÍTICAS E PLANEJAMENTO

Integrar medidas de mudança climática em políticas, estratégias e planejamento nacionais

CONSTRUIR CONHECIMENTO E CAPACIDADE PARA ATENDER AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Melhorar a educação, a conscientização e a capacidade humana e institucional na mitigação, adaptação, redução do impacto e alerta precoce

O exemplo da soja no Brasil



IMPLEMENTAR ESTRUTURA NA ONU SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

- Implementar o compromisso assumido pelas partes dos países desenvolvidos das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas para a meta de mobilizar US\$ 100 bilhões anuais até 2020.
- Atender às necessidades dos países em desenvolvimento no contexto de ações de mitigação significativas na implementação e operacionalizar o Fundo Verde para o Clima.

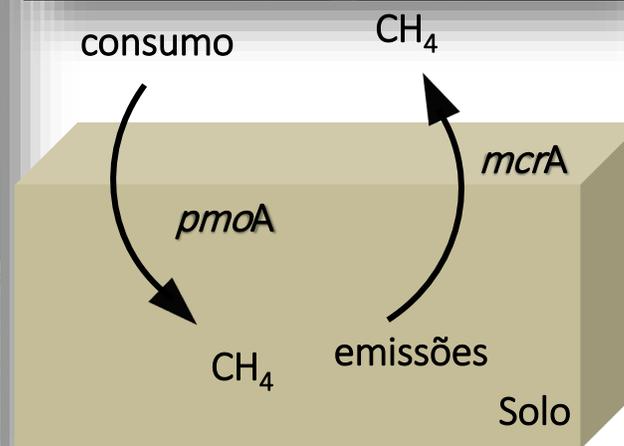
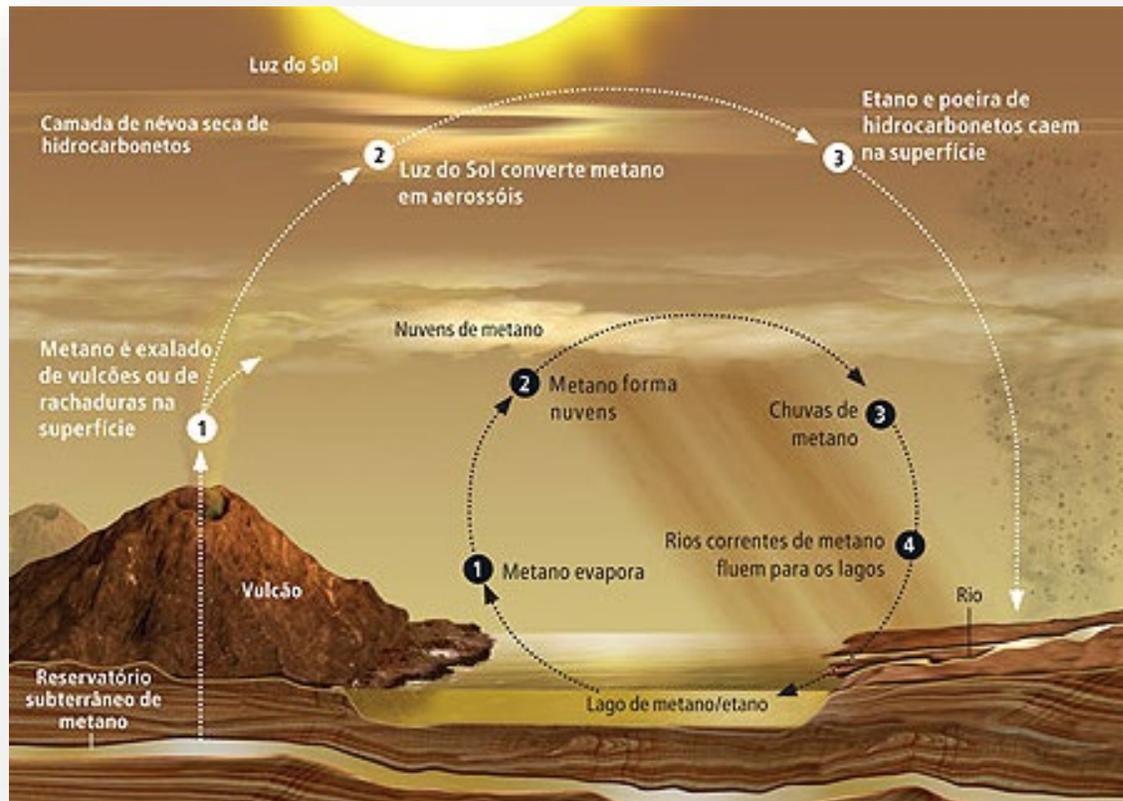
PROMOVER MECANISMOS PARA AUMENTAR CAPACIDADE DE PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO

- Promover mecanismos para aumentar a capacidade de planejamento e gestão eficazes relacionados às mudanças do clima em países menos desenvolvidos e pequenos estados insulares em desenvolvimento, incluindo o enfoque nas mulheres, jovens e comunidades locais e marginalizadas.

ALGUMAS PESQUISAS QUE ESTAMOS ENVOLVIDOS COM
MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO CENA/USP – PIRACICABA (SP)

Ciclo do Metano

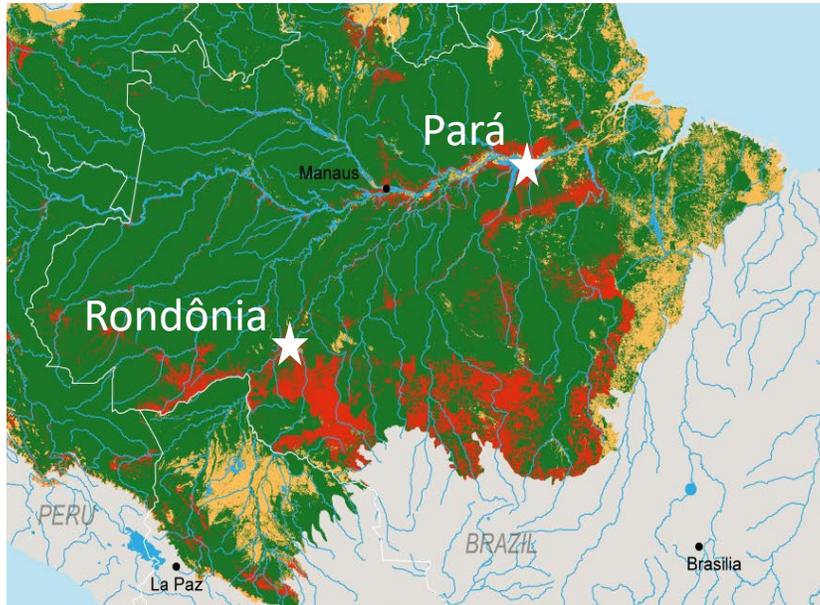
O **metano** é um gás incolor, sua molécula é tetraédrica e apolar (CH_4), de pouca solubilidade na água e, quando adicionado ao ar se transforma em mistura de alto teor inflamável. É o mais simples dos hidrocarbonetos.



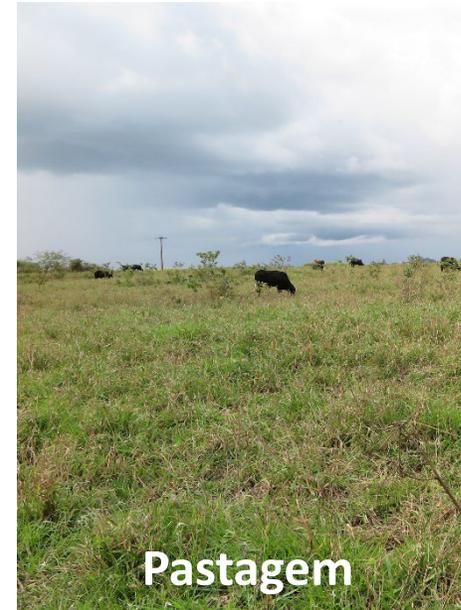
Inagaki et al., 2004.

Variáveis

2 Locais



3 Tipos de Uso de Solo



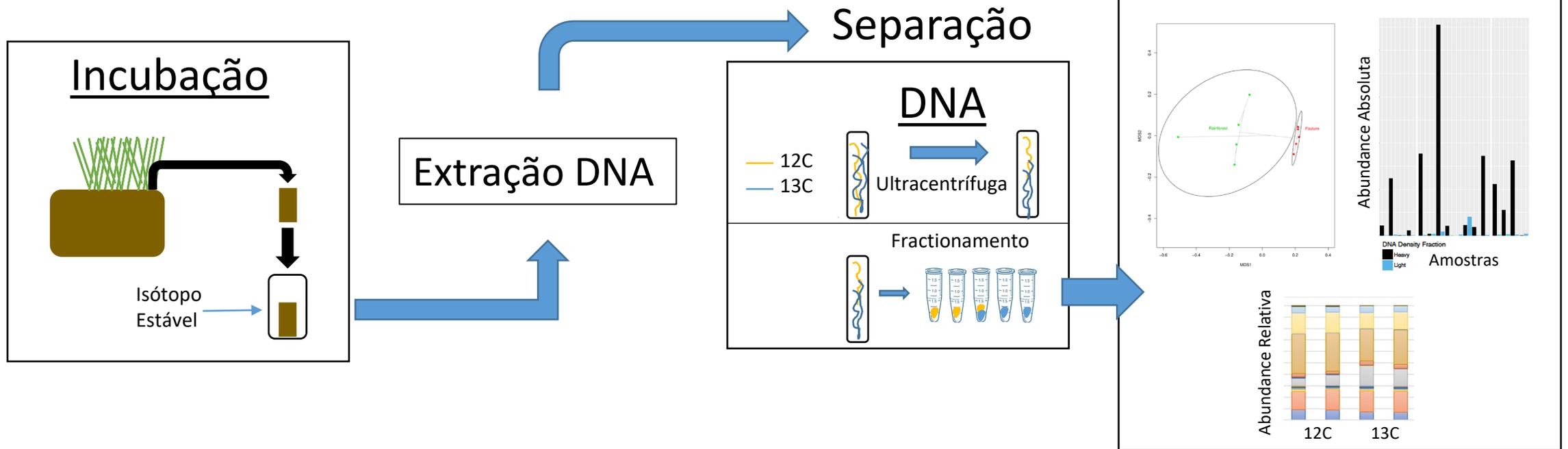
3 substrates – Incubação

Substratos		
Metanotróficos	→	CH_4 metano
Metanogênicos	→	CO_2 dióxido de carbono
	→	CH_3COOH acetato

Amostragens dos Gases de Efeito Estufa

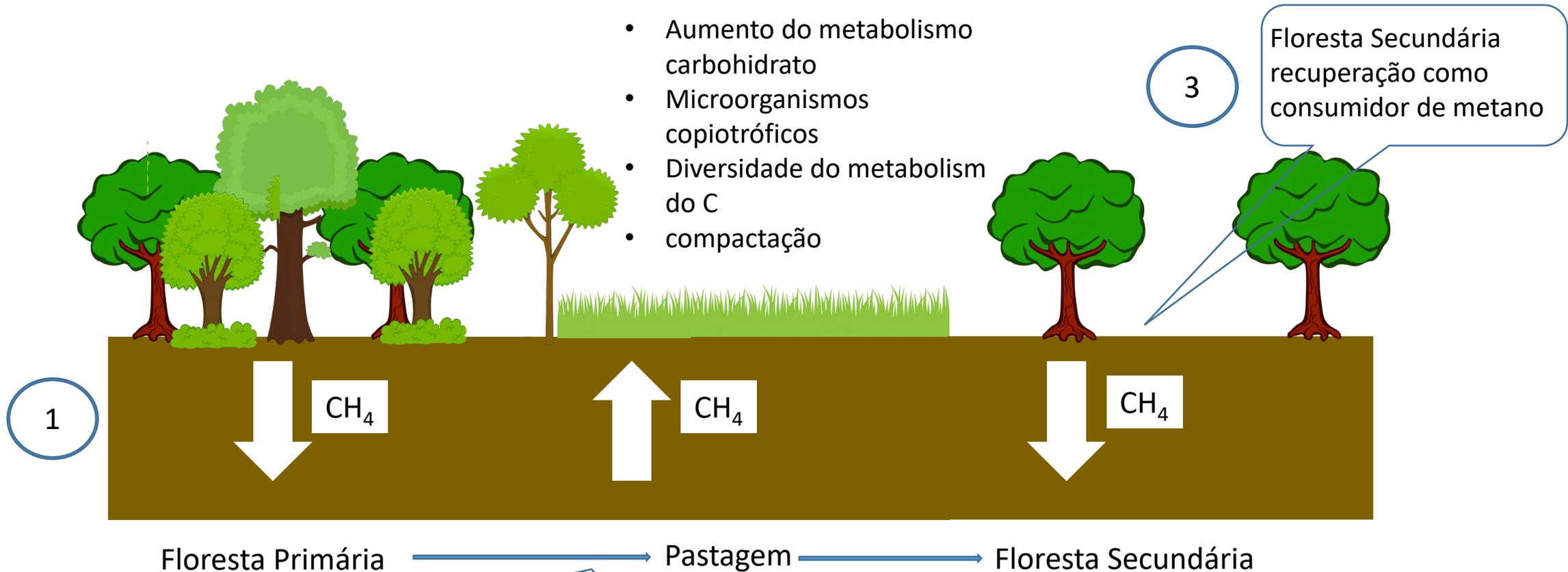


Desenho Experimental



A Floresta em Pé Sequestra Metano

- Aumento do metabolismo carboidrato
- Microorganismos copiotróficos
- Diversidade do metabolismo do C
- compactação



2

Conversão da floresta-pastagem **ativa** a comunidade da **microbiota metanogênica**:
Metanotróficos são ativados em ambas situações, metanogênicos são mais abundantes e mais ativos

OBRIGADA!!