



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Ciência, tecnologia e Sociedade

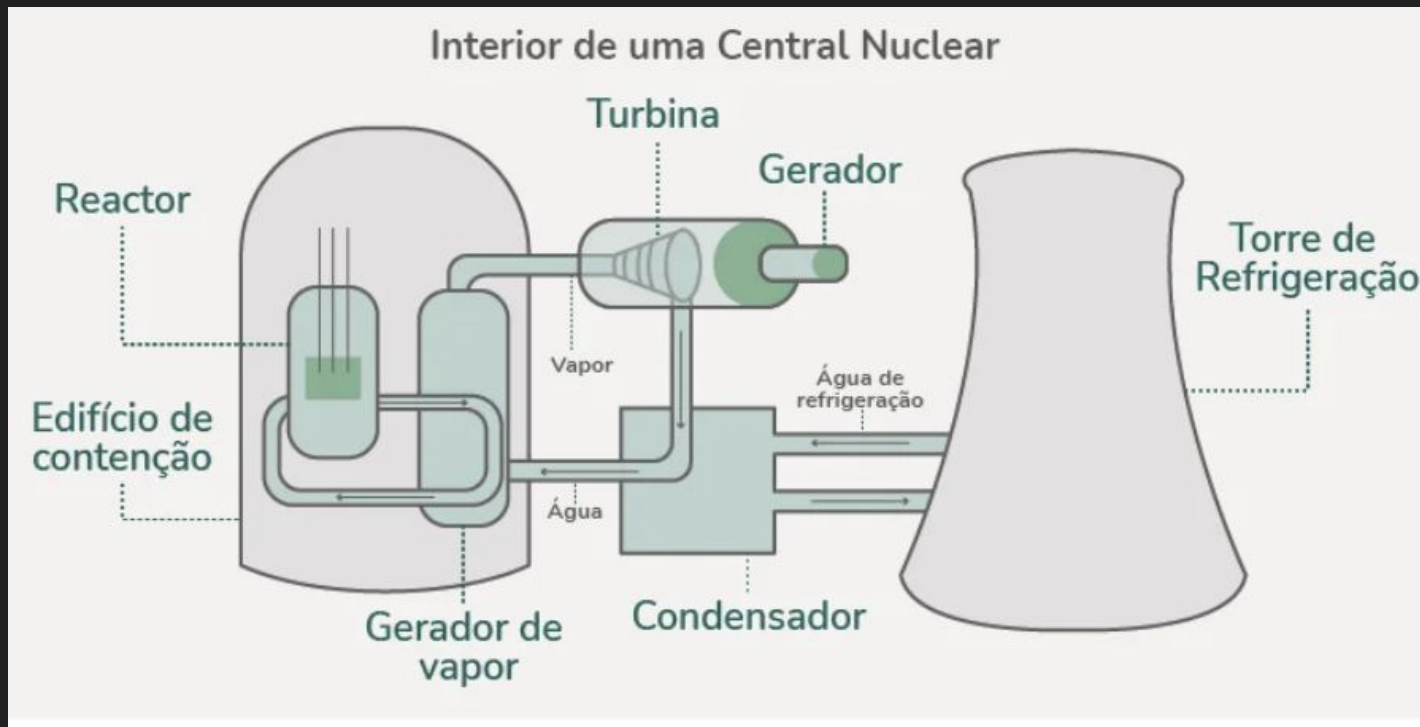
# Energia nuclear

Manuella Bittencourt Verginio  
Pamela Santos Monteiro  
Pedro Artur de Aguiar Cabral  
Thabata John Barreto

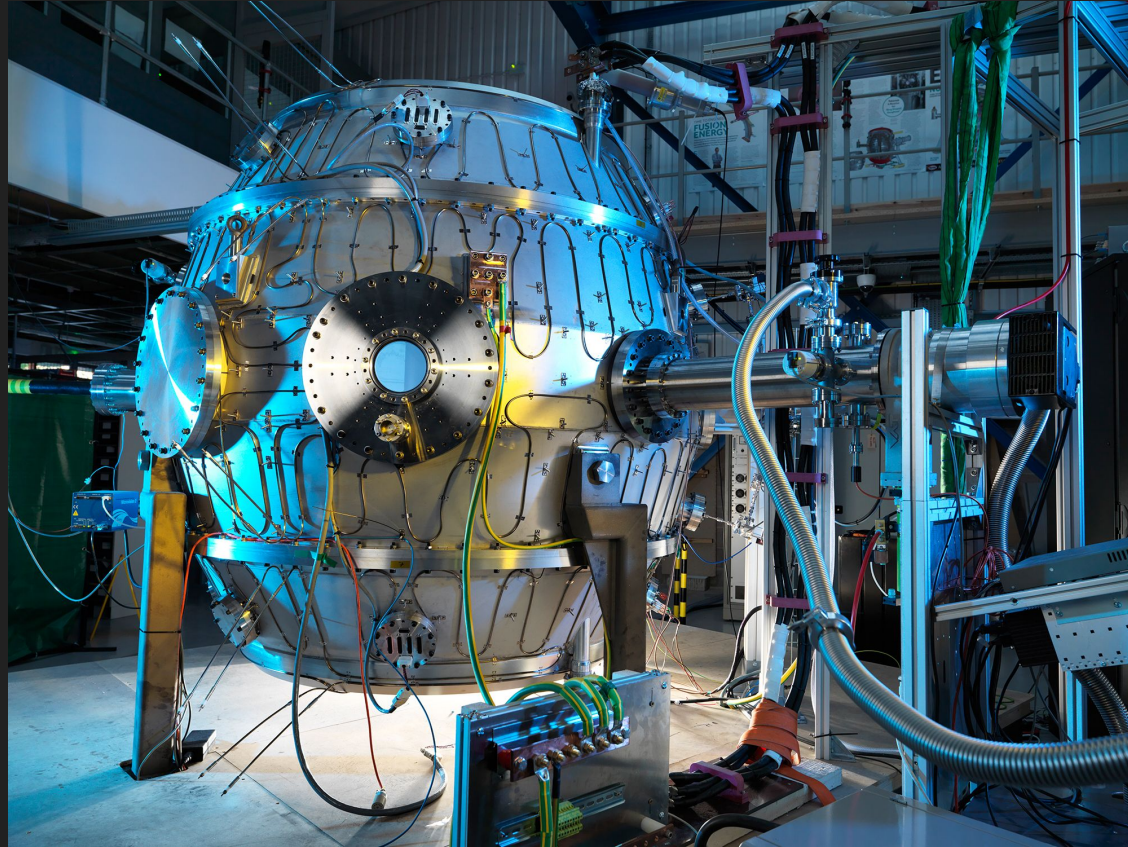
# Introdução



# Introdução



# Introdução





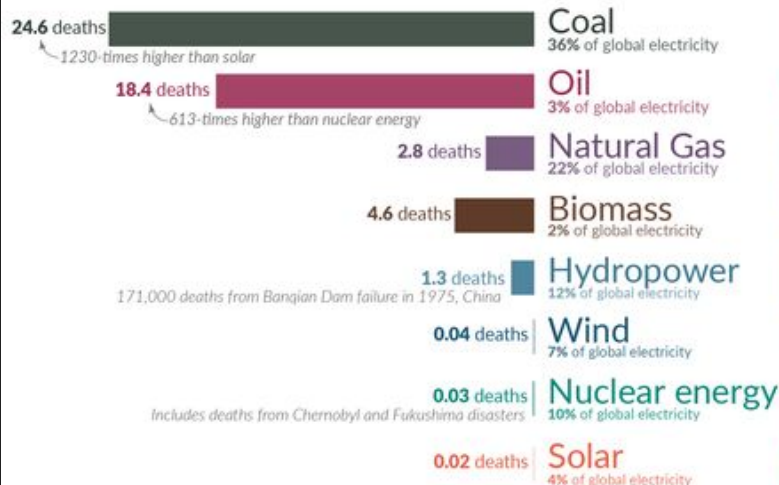
# Introdução

## What are the **safest** and **cleanest** sources of energy?

Our World  
in Data

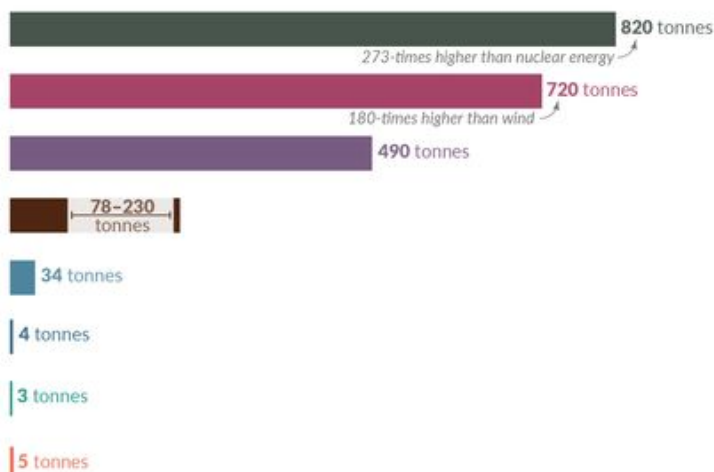
### Death rate from accidents and air pollution

Measured as deaths per terawatt-hour of electricity production.  
1 terawatt-hour is the annual electricity consumption of 150,000 people in the EU.



### Greenhouse gas emissions

Measured in emissions of CO<sub>2</sub>-equivalents per gigawatt-hour of electricity over the lifecycle of the power plant.  
1 gigawatt-hour is the annual electricity consumption of 150 people in the EU.



Death rates from fossil fuels and biomass are based on state-of-the-art plants with pollution controls in Europe, and are based on older models of the impacts of air pollution on health. This means these death rates are likely to be very conservative. For further discussion, see our article: [OurWorldinData.org/safest-sources-of-energy](https://OurWorldinData.org/safest-sources-of-energy). Electricity shares are given for 2021. Data sources: Markandya & Wilkinson (2007); UNSCEAR (2008; 2018); Sovacool et al. (2016); IPCC AR5 (2014); Pehl et al. (2017); Ember Energy (2021).

[OurWorldinData.org](https://OurWorldinData.org) – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

# Gerenciamento de Resíduos



A lei 10.308 de 2001 especifica tipos de depósitos e seleções de locais para descarte que vão desde a construção, o licenciamento e a administração.

- Coleta
- Armazenamento
  - sistema de armazenamento a seco com base "Canister"
- Disposição Final
  - Unidade de Armazenamento Complementar a Seco



# Acidentes Nucleares

## Pennsylvania (1979)

- Classificação nível - 5;
- As causas do acidente divulgada pelo governo, foram falhas humanas;
- O reator danificado está desativado até hoje

## Brasil (1987)

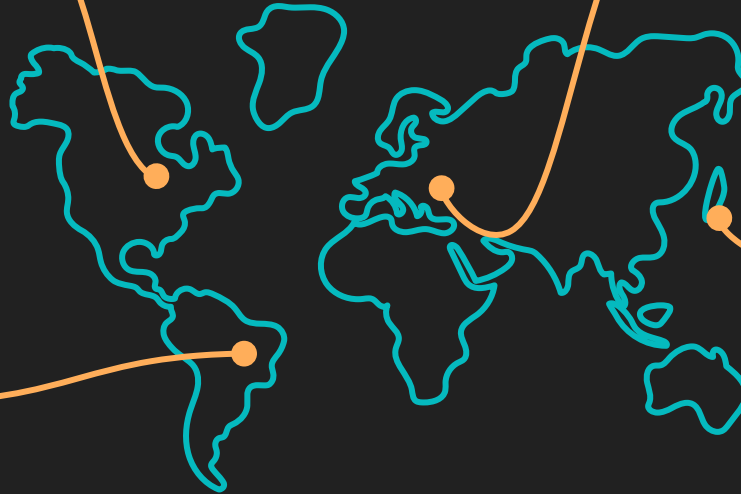
- Classificação nível - 5;
- As causas do acidente, uma máquina de radiografia foi descartada de forma irregular;
- Fragmentos dessa cápsula de Césio foram espalhadas, contaminando várias pessoas.

## Chernobyl (1986)

- Classificação nível - 7;
- As causas do acidente, superaquecimentos;
- A taxa de radioatividade chegou a 95% da população da cidade.

## Fukushima (2011)

- Classificação nível - 5;
- As causas do acidente, foi um tsunami de 14 m que atingiu os reatores da usina;
- Três dos seis reatores sofreram avarias;



# ENERGIA NUCLEAR - Acidentes

	CRITÉRIOS OU ATRIBUTOS DE SEGURANÇA		
	IMPACTO FORA DA ÁREA DA INSTALAÇÃO	IMPACTO NA ÁREA DA INSTALAÇÃO	DEGRADAÇÃO DA DEFESA EM PROFUNDIDADE
7 ACIDENTE GRAVE	LIBERAÇÃO GRAVE MÚLTIPLOS EFEITOS À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE		
6 ACIDENTE SÉRIO	LIBERAÇÃO IMPORTANTE POSSIBILIDADE DE EXIGÊNCIA DA APLICAÇÃO INTEGRAL DAS CONTRA-MEDIDAS PREVISTAS		
5 ACIDENTE COM RISCO FORA DA ÁREA DA INSTALAÇÃO	LIBERAÇÃO LIMITADA POSSIBILIDADE DE EXIGÊNCIA DA APLICAÇÃO PARCIAL DAS CONTRA-MEDIDAS PREVISTAS	DANOS GRAVES NO NÚCLEO DO REATOR/BARREIRAS RADIOLÓGICAS	
4 ACIDENTE SEM RISCO IMPORTANTE FORA DA ÁREA DA INSTALAÇÃO	LIBERAÇÃO PEQUENA EXPOSIÇÃO DO PÚBLICO EM TORNO DOS LIMITES PRESCRITOS	DANOS IMPORTANTES NO NÚCLEO DO REATOR/BARREIRAS RADIOLÓGICAS/EXPOSIÇÃO FATAL DE UM TRABALHADOR	
3 INCIDENTE SÉRIO	LIBERAÇÃO MUITO PEQUENA EXPOSIÇÃO DO PÚBLICO A UMA FRAÇÃO DOS LIMITES PRESCRITOS	DISPERSÃO GRAVE DA CONTAMINAÇÃO/EFEITOS AGUDOS SOBRE A SAÚDE DE UM TRABALHADOR	QUASE ACIDENTE – PERDA TOTAL DAS BARREIRAS DE SEGURANÇA
2 INCIDENTE		DISPERSÃO IMPORTANTE DA CONTAMINAÇÃO/ SUPEREXPOSIÇÃO DE UM TRABALHADOR	INCIDENTE COM FALHAS IMPORTANTES NOS DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA
1 ANOMALIA			ANOMALIA ALÉM DO REGIME DE OPERAÇÃO AUTORIZADO
0 ABAIXO DA ESCALA DESVIO	NENHUMA IMPORTÂNCIA COM RELAÇÃO A SEGURANÇA		
EVENTO FORA DA ESCALA	NENHUMA PERTINÊNCIA COM RELAÇÃO A SEGURANÇA		



Pennsylvania (1979)



Chernobyl (1986)



Brasil (1987)



Fukushima (2011)



# SEGURANÇA NUCLEAR

## POLÍTICA DE GESTÃO INTEGRADA DA SEGURANÇA

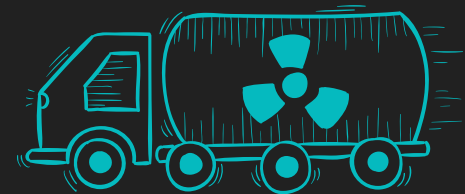
**Projeto** - Conjunto de barreiras que engloba os cuidados que são tomados antes mesmo da escolha do local onde a usina será construída. São analisados todos os possíveis riscos inerentes ao empreendimento.

**Física** - São todas as proteções utilizadas para conter ou minimizar os níveis de radiação inerentes ao funcionamento do reator nuclear.

**Organizacionais** - Controles legais e institucionais relativos à segurança. Elas incluem leis específicas de âmbito nacional e internacional, a existência de um órgão regulador – no caso brasileiro, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen).

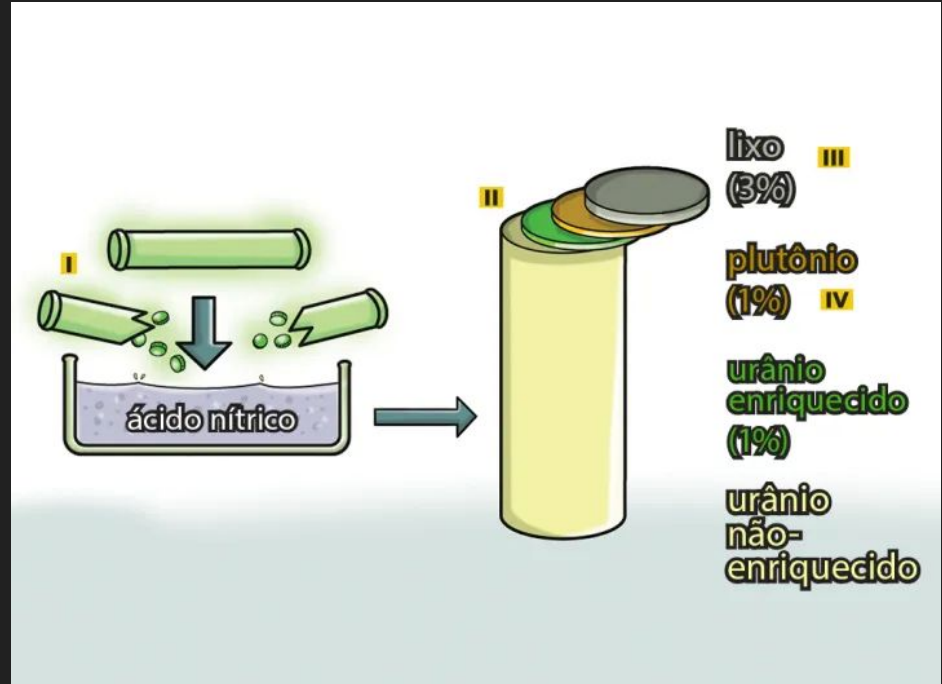
As políticas de gestão devem seguir a Lei Nº 6.453, de 17 de Outubro de 1977

- Dispõe sobre a responsabilidade civil por danos nucleares e a responsabilidade criminal por atos relacionados com atividades nucleares e dá outras providências.



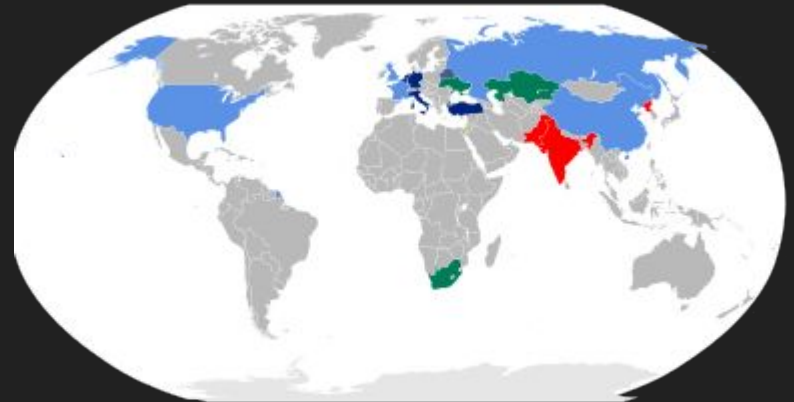
# TECNOLOGIA

- Fusão Nuclear
- Reciclagem de resíduos
- IAs



# ACORDOS INTERNACIONAIS

- Tratado de Não-Proliferação Nuclear (1967)
- Tratado EURATOM (1957)
- Convenção Sobre a Proteção Física do Material Nuclear (1991)



# ASPECTOS ECONÔMICOS

- Grande investimento em obras de engenharia civil e montagem eletromecânica
- Extensas reservas brasileiras de urânio

**Quadro 1 – Comparação de custos de geração de eletricidade.**

Tipo de usina	Custo de capital	Custo de combustível
Nuclear	Alto	Baixo (10 a 15 %)
Hidrelétrica	Alto	-
Termoelétrica convencional (gás natural, carvão, etc)	Baixo	Alto (~ 60 %)



# ASPECTOS AMBIENTAIS

**Quadro 2 – Impactos socioambientais das principais fontes de energia.**

Fonte: : Referências (7, 8 e 9).

Fonte	Impactos ambientais
Petróleo Carvão Gás natural	<p>Poluição do ar</p> <p>Emissão de óxidos de enxofre (SOx, SO<sub>2</sub>)</p> <p>Emissão de óxidos de nitrogênio (NOx)</p> <p>Emissão de monóxido de carbono (CO)</p> <p>Emissão de matéria particulada suspensa (metais pesados)</p> <p>Ozônio</p> <p>Aquecimento global via efeito estufa</p> <p>Emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), emissão de metano (CH<sub>4</sub>)</p> <p>Chuva ácida</p> <p>Emissão de SO<sub>2</sub> formando ácido sulfúrico na atmosfera</p> <p>Emissão de NOx formando ácido nítrico na atmosfera</p>
Hidrelétrica	<p>Formação de grandes represas</p> <p>Realocação das populações</p> <p>Aquecimento global via efeito estufa</p> <p>Emissão de CH<sub>4</sub></p>
Biomassa	<p>Poluição do ar</p> <p>Emissão de CO</p> <p>Emissão de matéria particulada</p> <p>Emissão de CO<sub>2</sub></p> <p>Uso intensivo do solo e da água</p> <p>Diminuição da biodiversidade</p>
Nuclear	<p>Rejeitos de nível baixo e médio de radioatividade</p> <p>Rejeitos de nível alto de radioatividade que requerem armazenamento por milhares de anos</p> <p>Desativação das instalações nucleares após término da vida útil</p>

**Quadro 3 – Tempos de degradação por processos naturais no ambiente.**

Fonte: Referências (7, 11 e 12).

Composto	Tempo para degradação
Nylon	30 a 40 anos
Co2 emitido pela combustão de combustíveis fósseis e biomassa	50 a 200 anos
Rejeitos radioativos de baixa, média e alta atividade (incinerados)	20 a 500 anos
Latas de alumínio	100 a 500 anos
Tampas de garrafa	100 a 500 anos
Pilhas, baterias e metais pesados	100 a 500 anos
Copos e sacos plásticos	200 a 450 anos
Garrafas e frascos de vidro ou plástico	Indeterminado

# Referências

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acidente de Three Mile Island
- Maiores acidentes nucleares da história, educação Globo, 2014
- “Plasma em combustão” é passo importante para geração de energia por fusão nuclear
- Fusão nuclear e o futuro da energia limpa | Unicamp
- ABEN • Associação Brasileira de Energia Nuclear • Aplicações da inteligência artificial na indústria nuclear
- Reciclagem de "lixo nuclear" pode impulsionar construção de usinas (gazetadopovo.com.br)
- Aspectos técnicos, econômicos e sociais do uso pacífico da energia nuclear
- Tratado de Não Proliferação Nuclear
- Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares.
- Emenda a convenção internacional sobre material nuclear é aprovada pelo Senado Fonte: Agência Senado
- 
-



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Ciência, tecnologia e Sociedade

# Thanks!

**Does anyone have any questions?**