

Sistemas Agro-ambientais

An aerial photograph of a vast landscape. The foreground shows a field with a fence line. The middle ground is dominated by a patchwork of green agricultural fields and dark green forested areas. In the far distance, a town or city is visible, surrounded by more greenery and hills under a blue sky with light clouds.

1ª parte

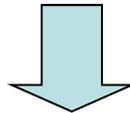
Paulo Monjardino

2023/2024

- É importante que haja visão e objetivos, mas também que se seja racional e realista.
- Entre o que almejamos e conseguimos, poderá haver coincidência ou uma grande diferença.
- Numa época de muita informação, em que recorrentemente se tenta obtê-la de forma simples, corre-se o risco de não percebermos o mundo que nos rodeia.
- Na disputa e negócio de informação, parece haver uma tendência crescente de sermos impressionados e não informados.
- Cabe a todos a responsabilidade de obter a informação de forma mais idónea, para que possamos fazer avaliações devidamente fundamentadas.
- Por isso vivemos um paradoxo civilizacional em que queremos escolher e ser livres, mas sem o trabalho de conquistar e assegurar esses direitos. Assim sendo, continuamos muito suscetíveis à mentira e manipulação.
- As pessoas com conhecimento e formação têm a responsabilidade de informar, questionar e executar tarefas com responsabilidade, para que de forma sustentada possamos assegurar um mundo melhor.
- **Se não estamos satisfeitos com a realidade, temos o direito e o dever de pelo menos tentar melhorá-la.**

Definição de Agricultura

Atividade económica em que se explora capacidades produtivas vegetal e animal, mediante seleção e melhoramento genético, adequação a condições ambientais, recorrendo a diversas tecnologias, com vista a produzir alimentos, fibras, combustíveis e outros materiais.



Disto resulta que, conforme a variação das condições económicas, sociais e técnicas, a agricultura vai-se moldando no tempo, alterando equações de valor, mesmo em sistemas menos evoluídos, mas cujo ritmo de evolução ainda é, na maior parte das regiões do mundo, mais lento do que na maioria dos outros sectores de atividade económica.

Como começou a agricultura?

O problema de ter fome...

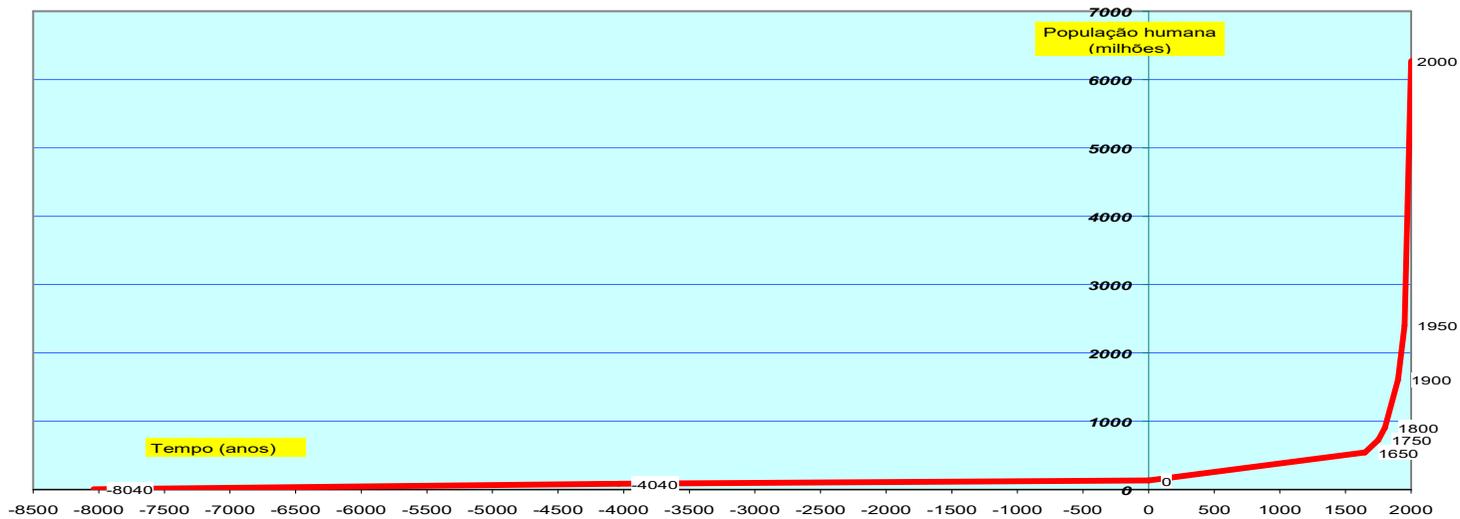
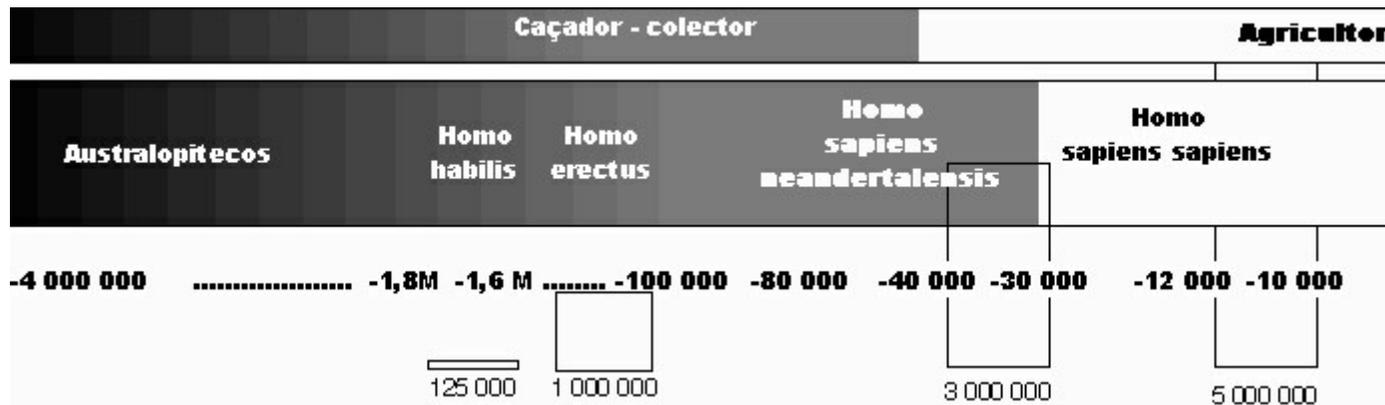
- Como é que ontem, isto é, no tempo passado há alguns milhares de anos, mas que, à escala da história do Homem na Terra, parece que foi ontem, se resolvia o problema de ter fome?

Inicialmente, colhendo os produtos da natureza que a sua experiência lhe ensinava serem comestíveis.

- A recolha de produtos vegetais comestíveis (frutos, raízes e tubérculos, grãos, algumas folhas) supria a alimentação quotidiana e era uma função das mulheres.
- A caça, embora com um significado antropológico e social mais importante, não era a fonte mais importante de alimento.

A agricultura de ontem

- A procura de alimento era uma atividade demorada (ocupava a maior parte do **tempo**), **aleatória** (sujeita às variações ambientais) e **esgotava** com rapidez os recursos alimentares naturais (=> itinerância).
- O passo seguinte foi a modificação do ambiente, pelo fogo, por exemplo, de modo a favorecer algumas espécies selvagens mais interessantes, reduzido o risco de fome e a incerteza de sobrevivência.

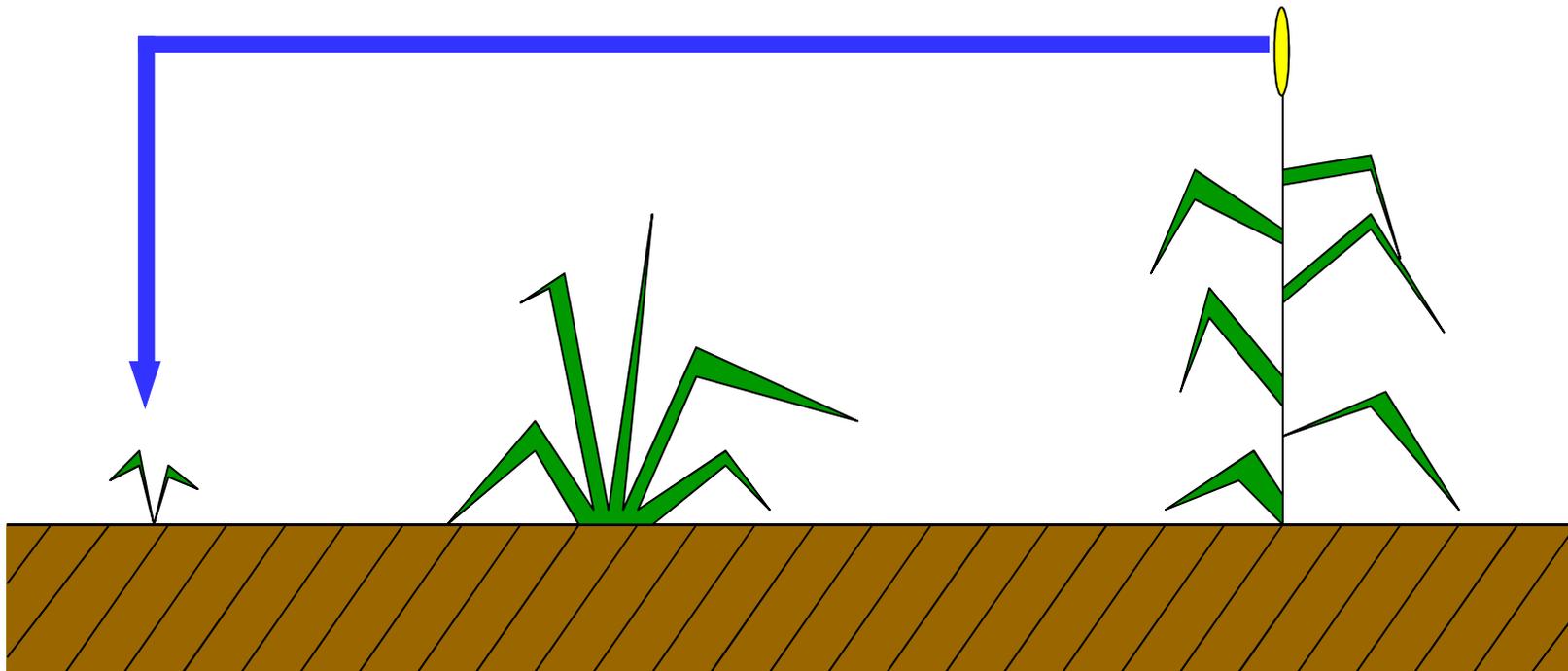


A variabilidade geográfica de ambientes associada à instabilidade temporal de produtos comestíveis em quantidade suficiente, foi um travão fortíssimo do crescimento demográfico.

- As sociedades de caçadores-coletores que ainda sobrevivem nos nossos dias (Austrália - aborígenes; África - deserto do Kalahari) tentam **reduzir o risco ambiental conservando alimentos** e mantendo uma rede de relações sociais que permitem sobreviver em anos maus, deslocando-se temporariamente para territórios aliados onde há alimento.
- Mais interessante para este propósito é a atividade de **manipulação dos habitats** de plantas selvagens (fogo, p. ex.) e mesmo de **intervenção ativa** no ciclo de vida das plantas.

O primeiro agricultor

A observação do modo como algumas espécies se reproduziam proporcionou a **invenção da agricultura**.



O primeiro agricultor

- A **frutificação** das **gramíneas**, em espigas ou panículas **deiscentes** quando secas, são portadoras de um grande número de **sementes comestíveis**, suficientemente pesadas para não serem transportadas pelo vento e de fácil germinação.
- Assim que termina a estação seca, a regeneração das plantas pela adição da semente ao solo constitui um **modelo natural de cultura** ou **comunidade vegetal domesticada**.
- Acessoriamente, este tipo de alimento, a semente (grão) é de **conservação** relativamente **fácil**, podendo ser armazenada.

O campo de cultura

A sedentarização das populações

- Foi permitida pela possibilidade de concentração de recursos alimentares suficientes e de fácil conservação, numa área restrita, o **campo de cultura**.
- Em ambientes adequados este processo era tão bem sucedido que apenas uma parte das populações, embora importante, era necessária para prover as necessidades de toda a população. Assim, a população em geral, dispunha de mais tempo para outras atividades.

O campo de cultura

A agricultura sedentária

- Está na base do primeiro salto qualitativo da humanidade em direção a uma vida menos penosa e com maior disponibilidade de tempo, permitindo o aparecimento de povoadamentos fixos e criando o ambiente para que o espírito do homem, no tempo ganho na obtenção de alimento, se dedique a atividades mais nobres e que irão contribuir, de modo crescente, para dignificar o seu modo de existência.

O campo de cultura

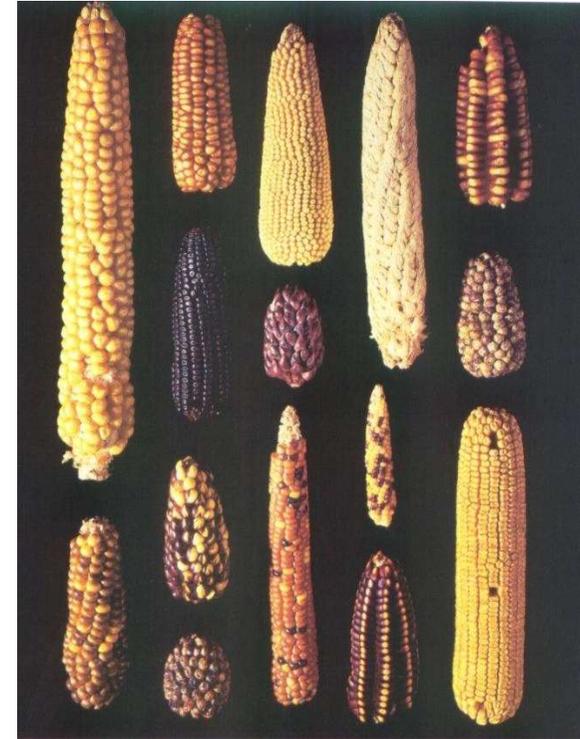
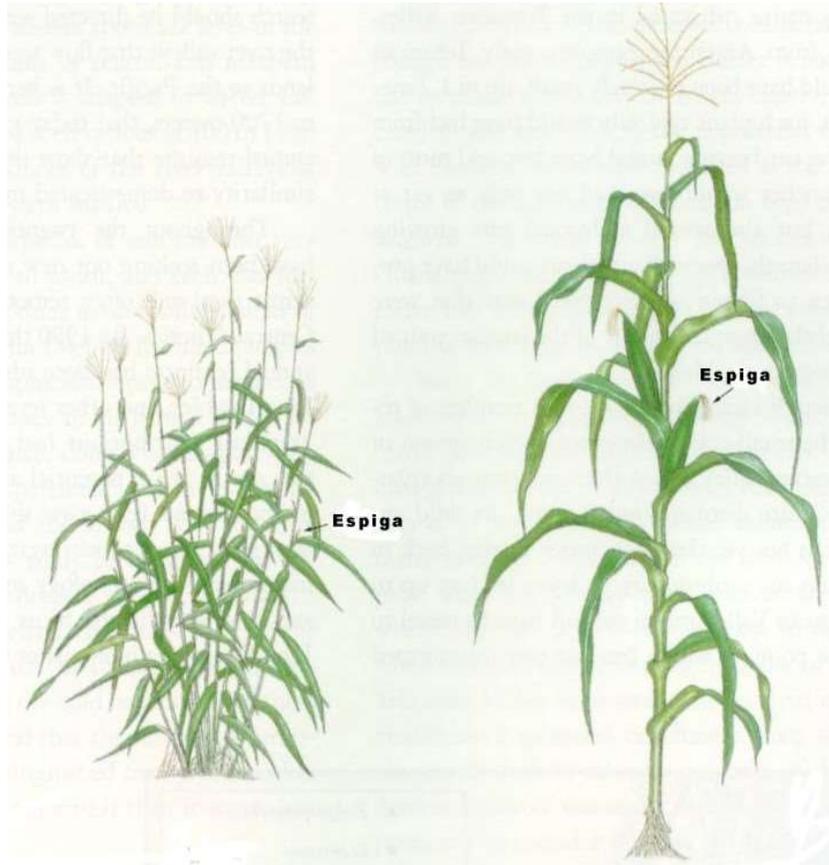
O travão ao crescimento demográfico abranda:

- A independência, na procura de alimentos de "Édens" onde a Natureza se encarregava de fornecer tudo o que era necessário para a subsistência, foi a mola da **dispersão** do Homem pela Terra.

Domesticação

Criação humana de uma nova forma de planta ou animal que é identificavelmente distinta dos seus antepassados selvagens, bem como dos seus parentes ainda existentes.

A domesticação do milho



O milho híbrido moderno, com o seu único caule (colmo), tem os grãos convenientemente “embalados” em poucas e grandes espigas, de fácil colheita. Em contraste, o seu antepassado selvagem - teosinto - tem numerosos caules, cada um com várias espigas pequenas. A variabilidade do milho (*Zea mays* L.) é ainda muito elevada (adaptado de Smith, B. D., 1995).

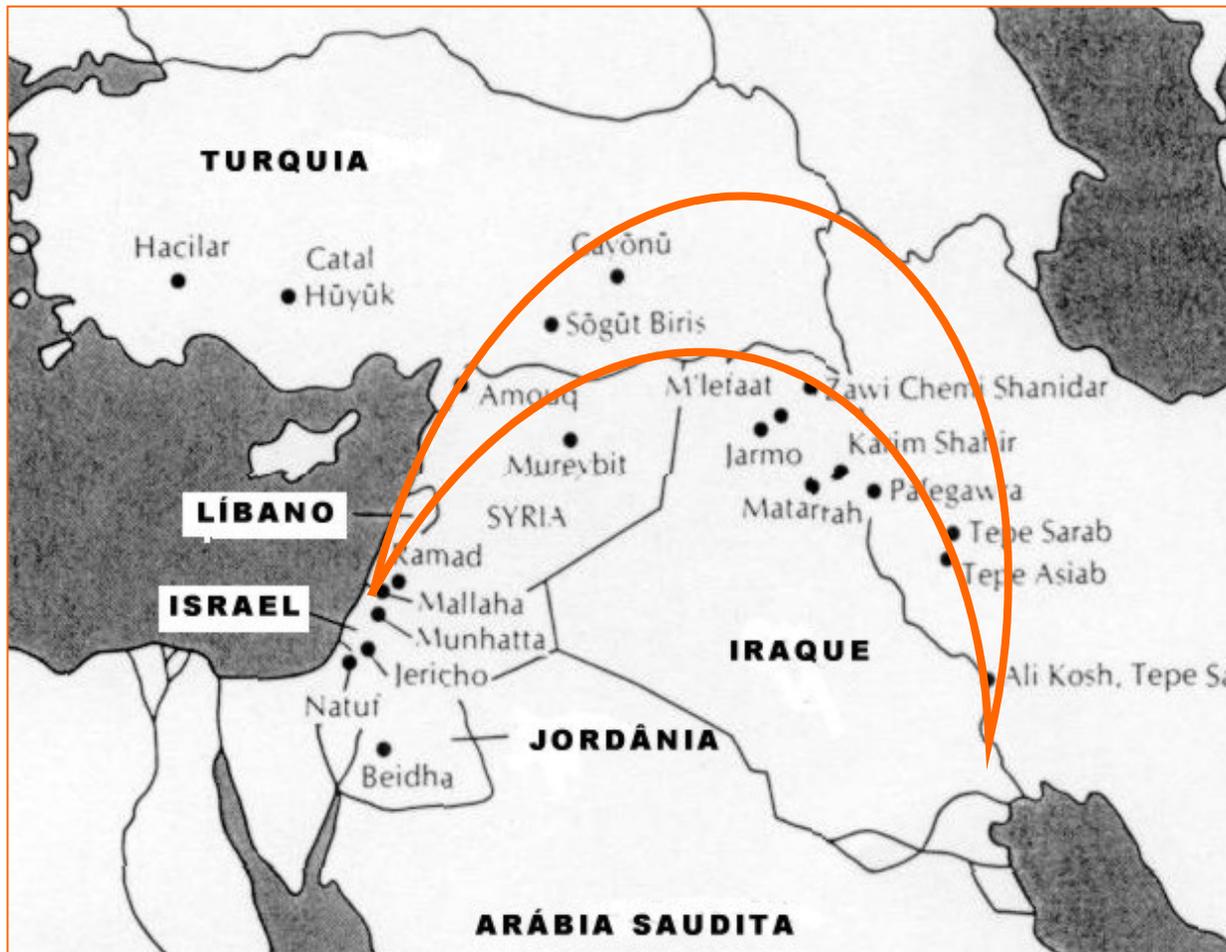
O milho moderno é o exemplo mais acabado da domesticação das espécies. Abandonado a si mesmo não seria capaz de sobreviver (espiga indeiscente, fraquíssima dispersão das sementes, germinação demasiado fácil).

Diversidade genética no trigo



O crescente fértil

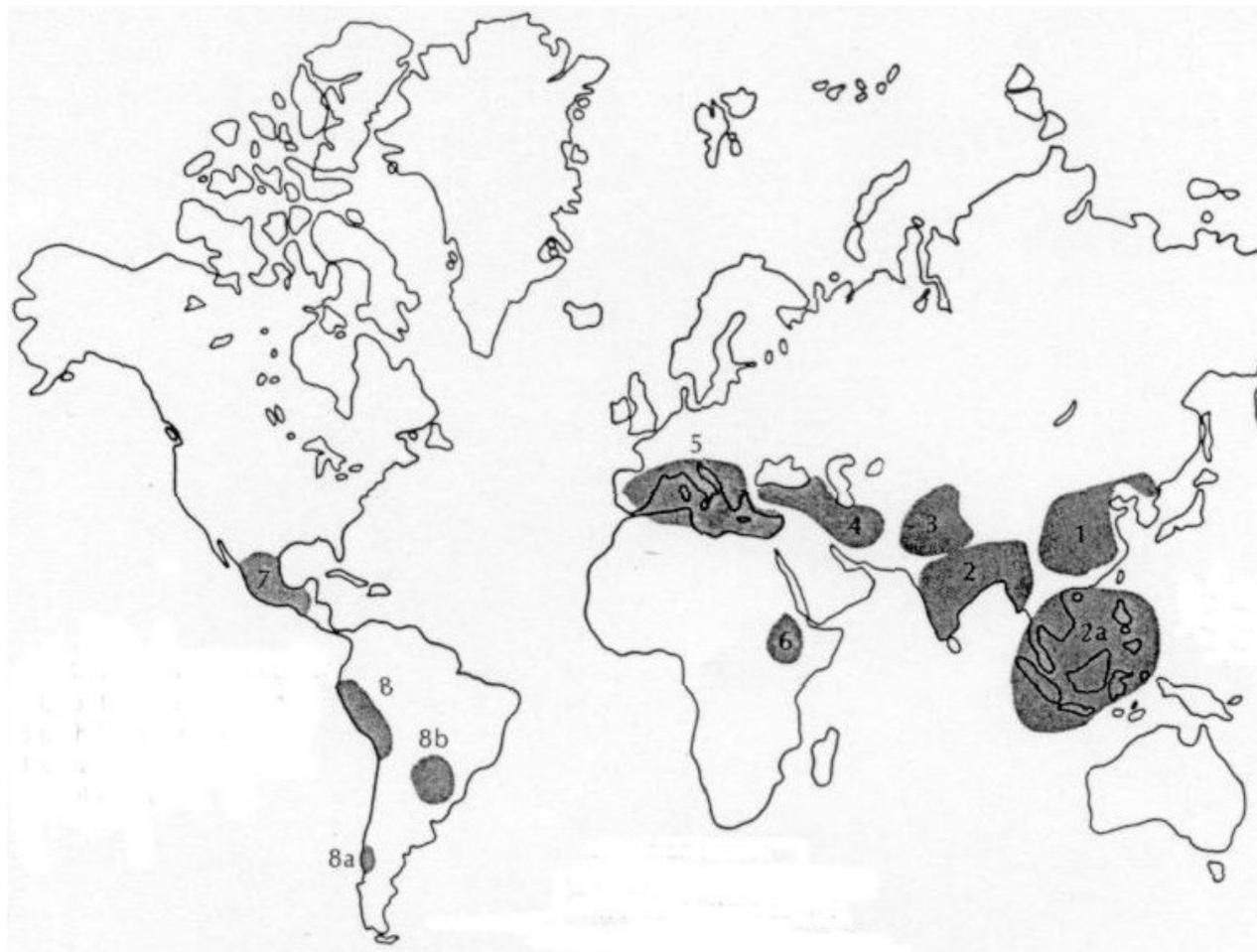
Estende-se ao longo de mais de 2000 km. Aqui surgiram as primeiras economias agrícolas entre 8000 e 6000 a.C.



Em condições de clima mais húmido do que o atual, durante este período de 2000 anos passou-se de uma atividade predominantemente caçadora-coletora para as primeiras aldeias agrícolas (Harley, 1971). As excelentes condições de crescimento permitiram o desenvolvimento de uma vegetação do tipo pradaria. Coincidindo com o centro de origem do Próximo-Oriente aqui conta-se a história de domesticação de pelo menos, 6 espécies importantes:

- ovinos, caprinos, bovinos, suínos, cevada e trigo.

Centros de origem das plantas cultivadas (Vavilov)



- 1- China
- 2- Índia
 - 2a - Sub-centro indomalaio
- 3- Ásia Central
- 4- Próximo Oriente
- 5- Mediterrâneo
- 6- Abissínia
- 7- América Central
- 8- América do Sul
 - 8a - Sub-centro chileno
 - 8b - Sub-centro Brasil-Paraguai

Origem de algumas culturas

- 1- China
 - vários frutos e leguminosas (soja) ; chá
- 2- Índia
 - arroz, pimenta preta
 - 2a - Sub-centro indo-malaio
 - inhame e frutos tropicais (banana, coco)
- 3- Ásia Central
 - vários grãos, hortícolas, frutos, leguminosas e nozes
- 4- Próximo Oriente
 - a maior parte dos grãos (trigo, cevada), leguminosas (lentilha), hortícolas, frutos
- 5- Mediterrâneo
 - Alguns grãos, fava, couves, nabo, alfarrobeira, lúpulo, oliveira

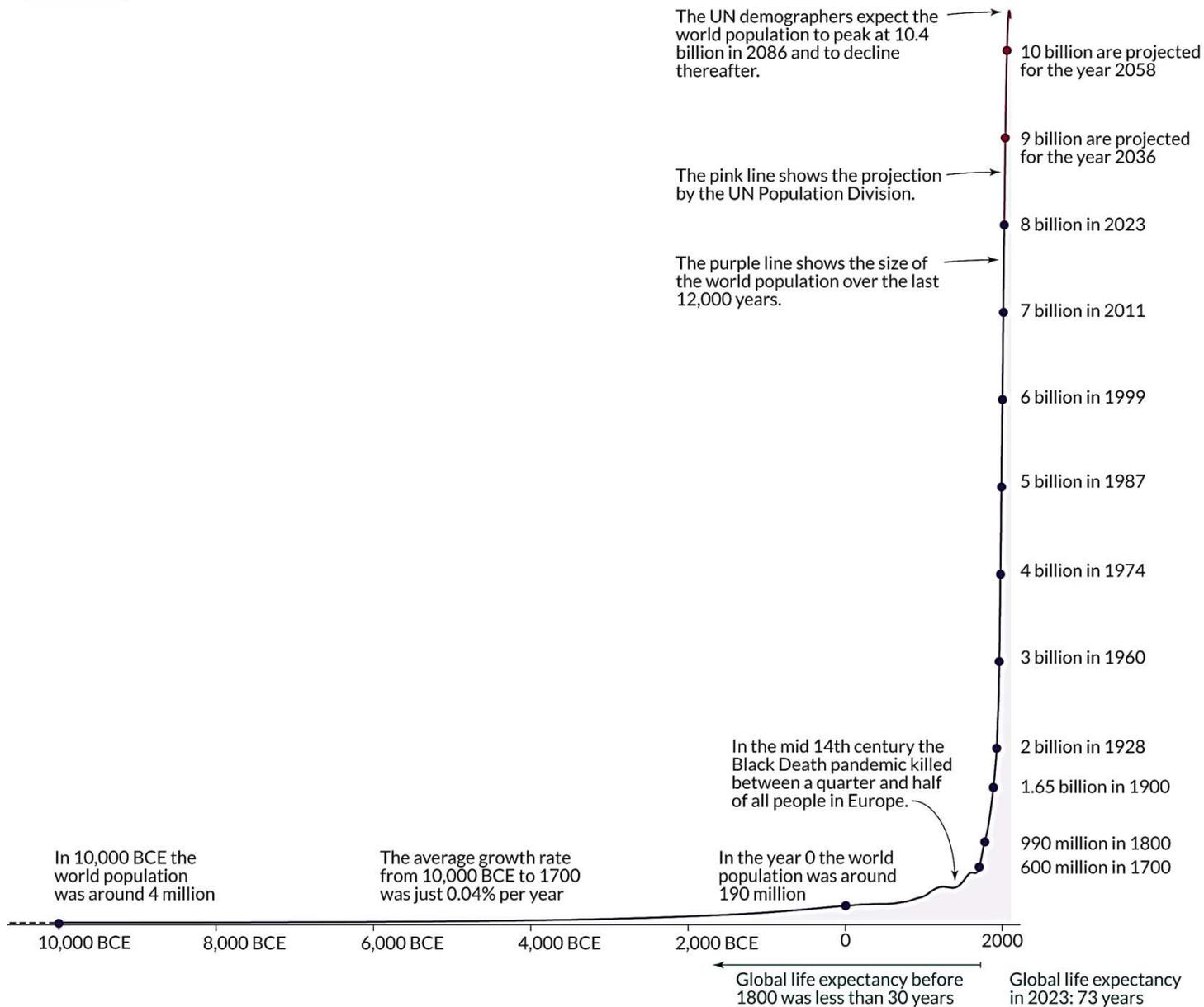
Origem de algumas culturas

- 6- Abissínia
 - rícino, café, sorgo
- 7- América Central
 - Milho, feijão, pimentos
- 8- América do Sul
 - batata-doce, tomate, papaia, tabaco
 - 8a - Sub-centro chileno
 - batata
 - 8b - Sub-centro Brasil-Paraguai
 - mandioca, amendoim, cacau, ananás

Agricultura, que perspectivas?

Num mundo cuja **população continua a aumentar de forma acelerada**, cujas necessidades **alimentares per capita vão aumentando**, onde as solicitações pela **atividade agro industrial também têm vindo a aumentar**, mas com preocupações **ambientais também crescentes**, que expectativa se pode e deve ter da atividade agrícola?

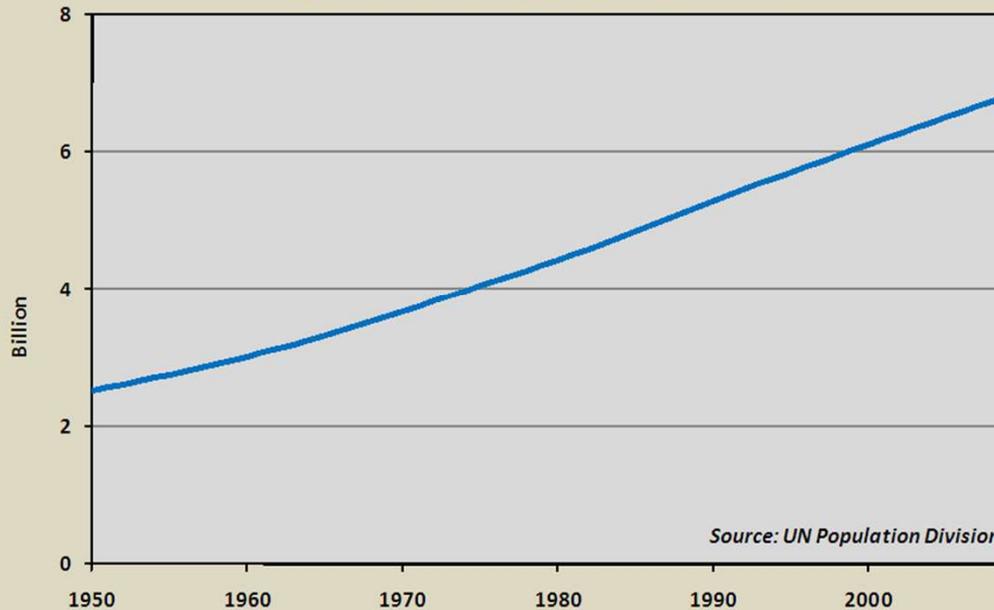
The size of the world population over the long-run



Based on estimates by the History Database of the Global Environment (HYDE) and the United Nations.
This is a visualization from OurWorldinData.org.

Licensed under CC-BY-SA by the author Max Roser.

Figure 1. World Population, 1950–2009



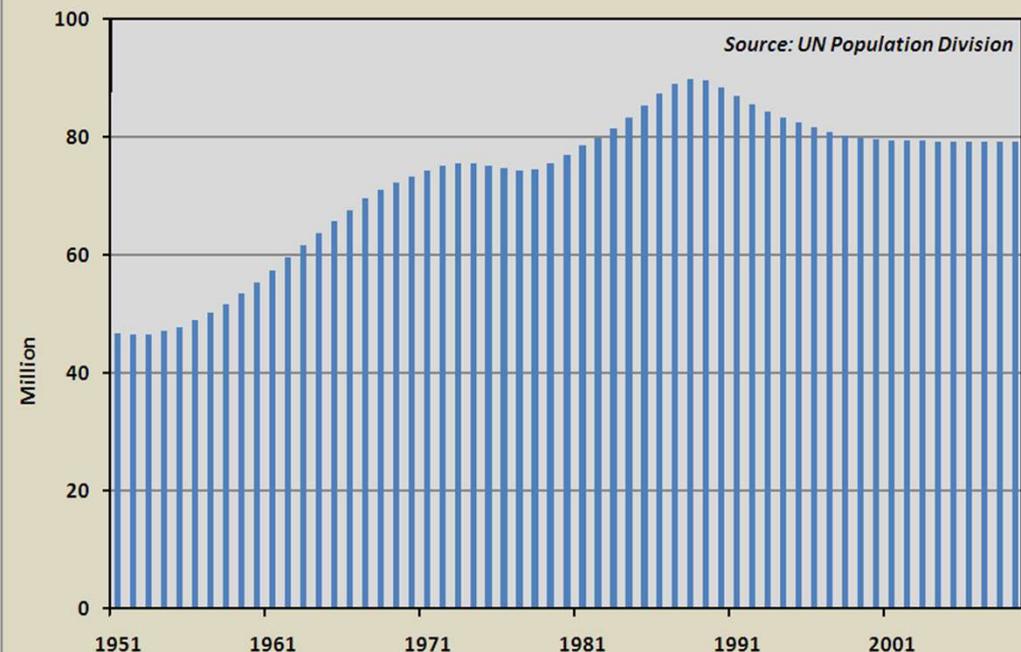
A população mundial atingiu os 8000 M em 2023

Desde 1999 os acréscimos na população mundial estabilizaram nos 80 M, o que é \approx a população da Alemanha

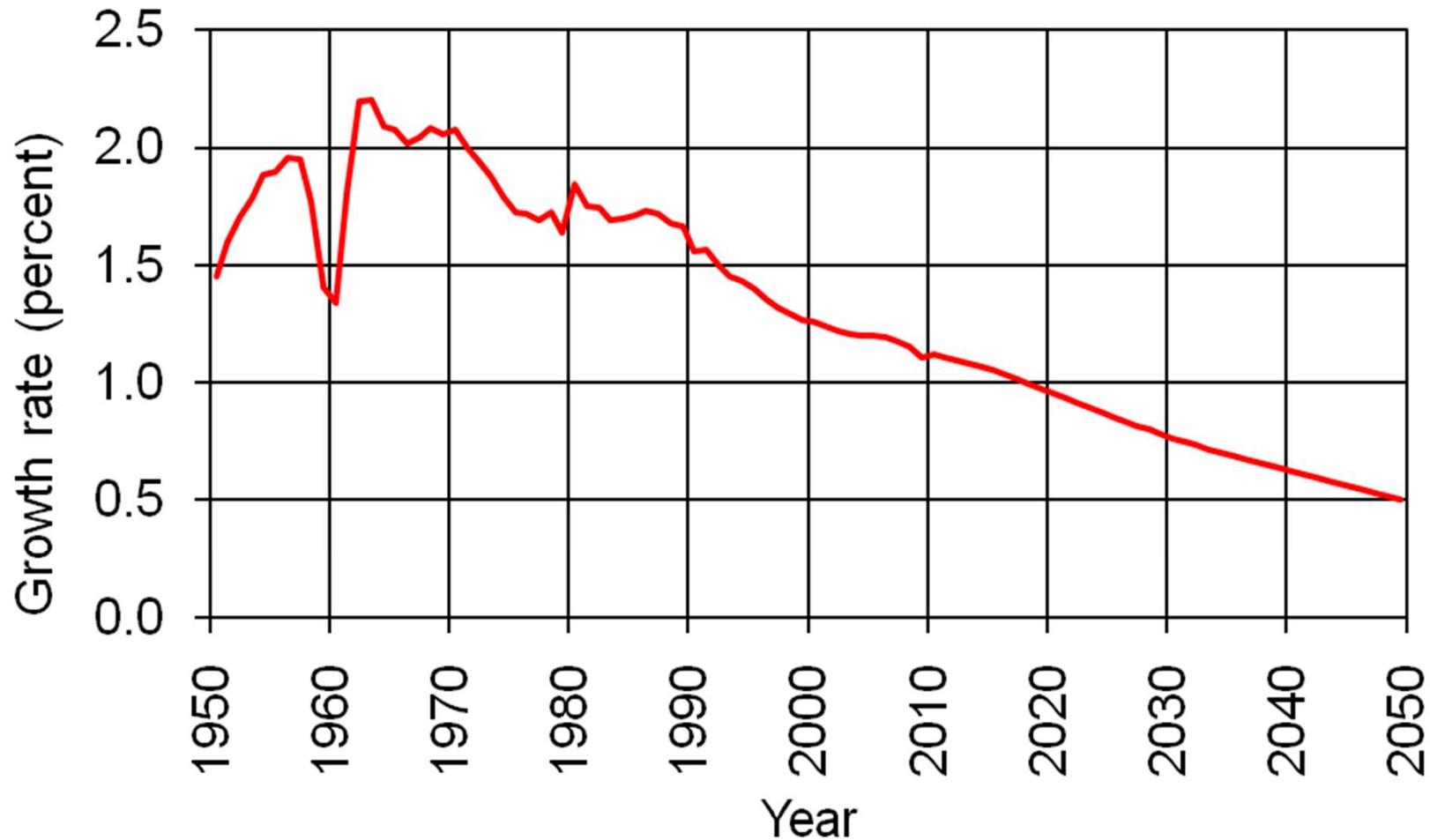
É provável que em 2036 e 2058 atinjam-se 9000 M e 10000 M de pessoas, respetivamente.

Mais de 95% do acréscimo da população ocorre em países em vias de desenvolvimento, nomeadamente na Ásia, África e América do Sul e Central.

Figure 2. Annual Addition to World Population, 1951–2009

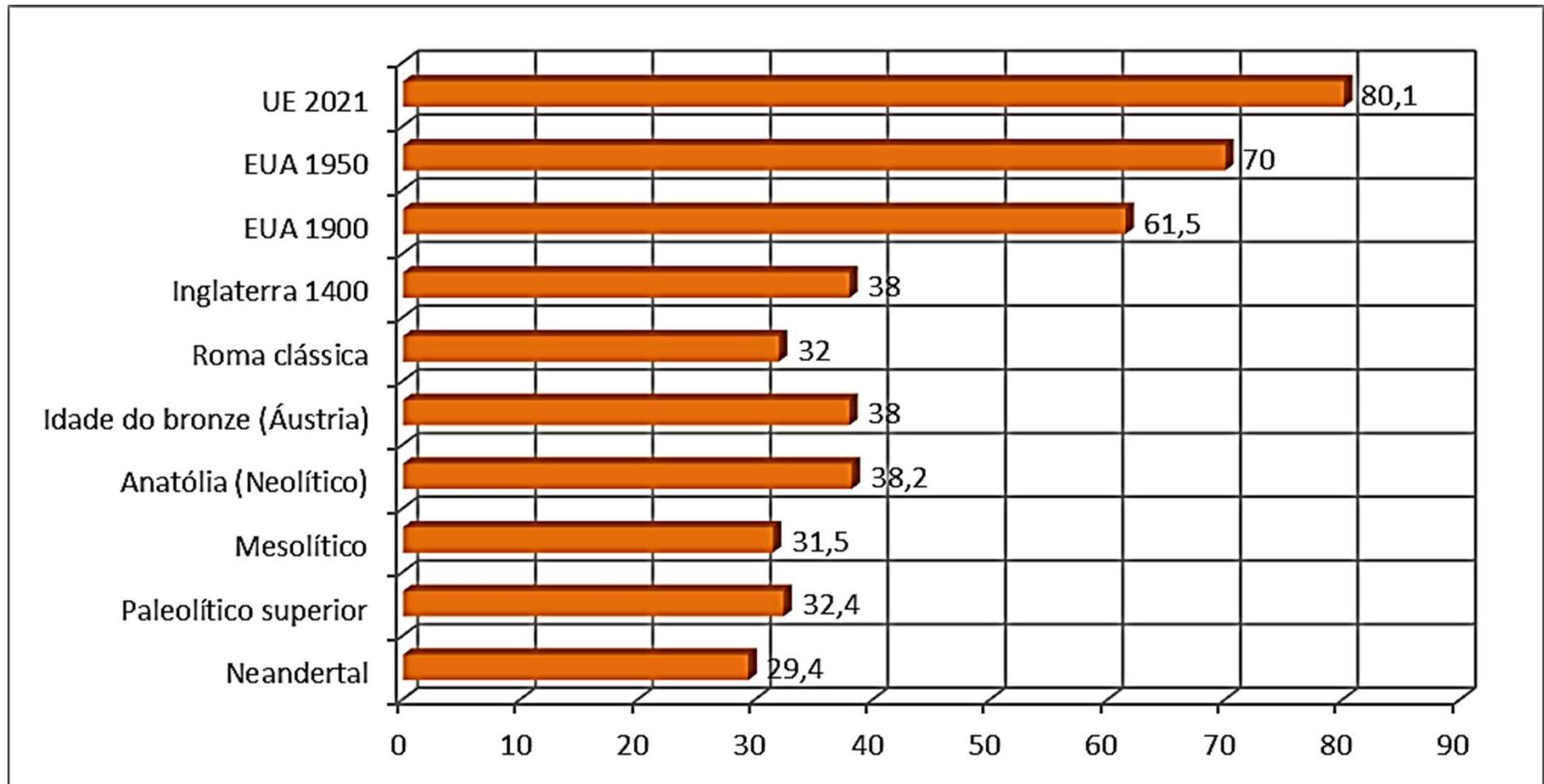


World Population Growth Rates: 1950-2050



Source: U.S. Census Bureau, International Data Base, June 2011 Update.

Evolução da longevidade da população humana



A esperança de vida na EU desceu em média 0,9 anos de 2019 para 2020 e 0,3 anos em 2021 devido ao COVID 19.

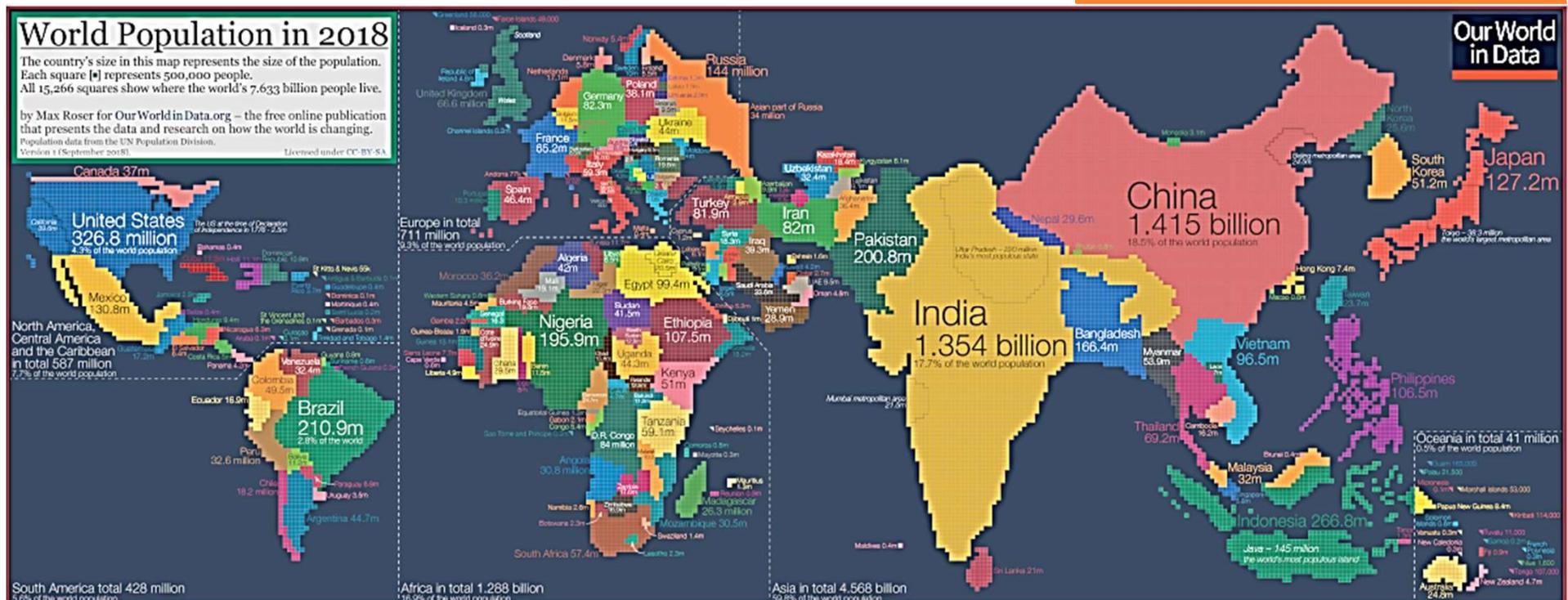
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Mortality_and_life_expectancy_statistics



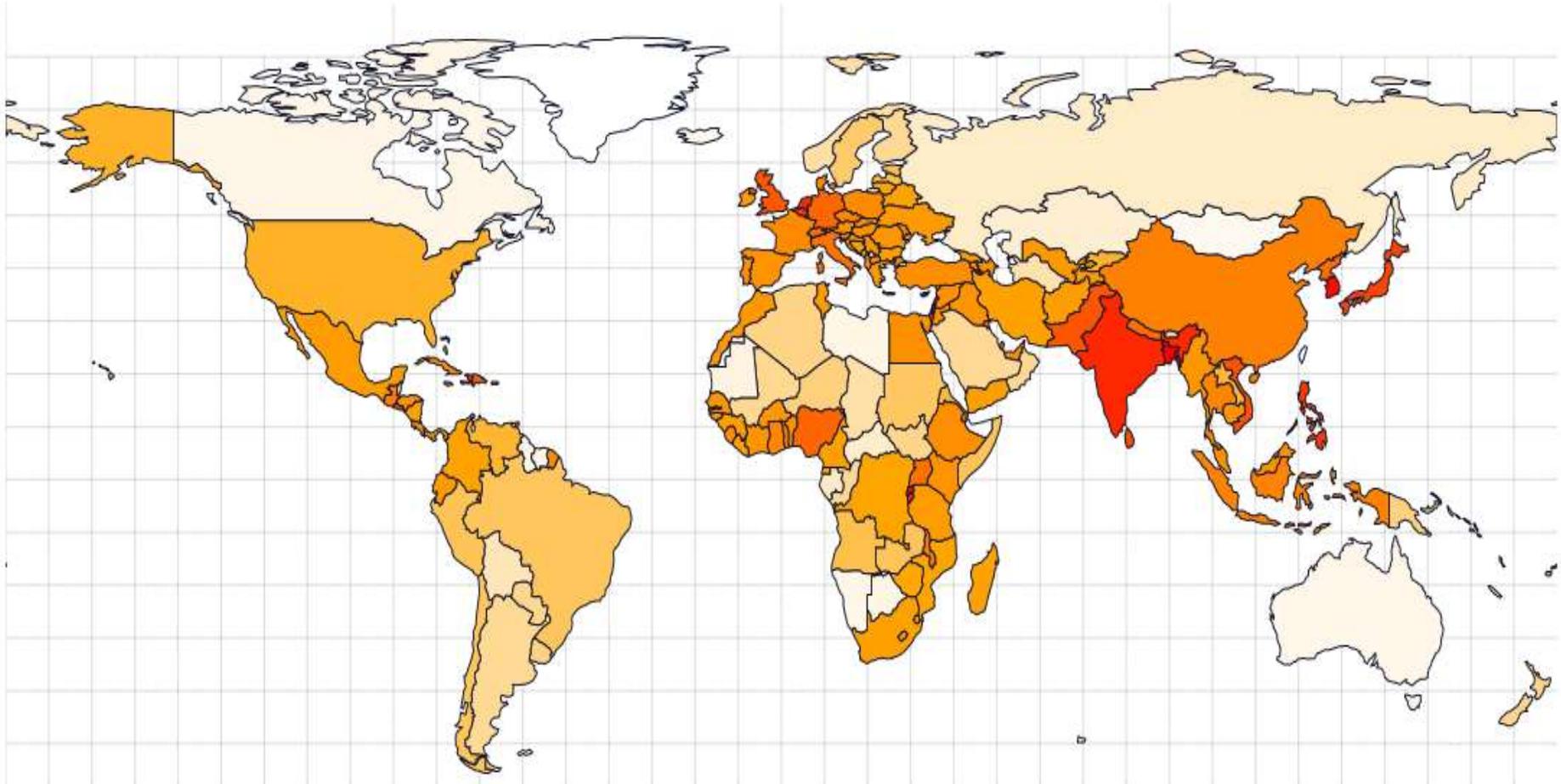
O mesmo território poderá abrigar por km²:

- menos de 1 caçador-colector;
- uma dezena de agricultores itinerantes (*slash and burn*);
- 4 dezenas de agricultores contemporâneos;
- várias centenas de japoneses contemporâneos.

(A. Laganey,1994)



Densidade populacional por país em 2022 (pessoas/km²)



<https://www.populationpyramid.net/population-density/2022/>

Evolução do fornecimento alimentar no período de 1961 a 2020

O fornecimento alimentar (kcal/dia/capita) a nível mundial tem sofrido incrementos significativos, nomeadamente em produtos animais (58%) e, embora de forma não tão expressiva, em produtos vegetais (32%).

	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Produtos vegetais	1858	2023	2100	2207	2278	2346	2449
Produtos animais	338	366	389	414	450	504	533

O fornecimento alimentar per capita (2020) é muito desigual conforme o grau de desenvolvimento dos continentes

	Alimentos vegetais			Alimentos animais		
	kcal/dia	Prot. g/dia	Gord. g/dia	kcal/dia	Prot. g/dia	Gord. g/dia
Mundo	2449	50,83	50,21	533	33,75	38,52
África	2414	51,52	42,56	188	14,18	12,21
Ásia	2447	53,84	44,75	484	29,72	35,19
Europa	2435	44,5	65,28	995	61,31	73,34
Oceânia	2234	37,45	63,89	877	61,06	62,84
América N	2782	43,03	101,24	1109	74,51	80,35
América C	2427	45,49	51,78	619	40,46	44,33
América Sul	2343	38,69	60,67	768	49,42	54,68

Requerimentos alimentares

- Diários

- Energia:

- 10.5 MJ (2500 kcal)
energia digestível

- Proteína:

- 50 g prot. dig.
(8g N = 50/6,25)

- Anuais

- Energia:

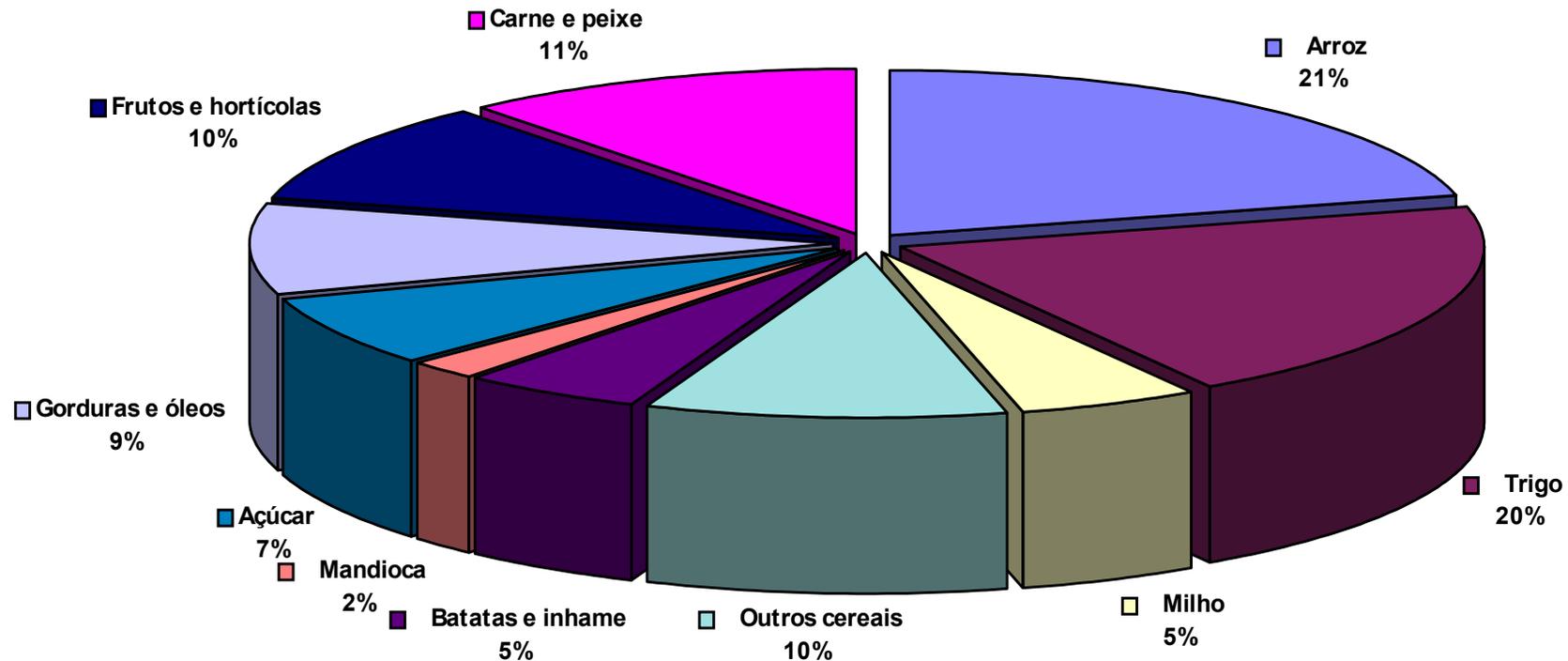
- 10.5 MJ.d⁻¹ x 365 d
3.8 GJ.ano⁻¹

- Proteína:

- 50 g .d⁻¹ x 365 d
18.2 kg.ano⁻¹
(2.9 kg N)

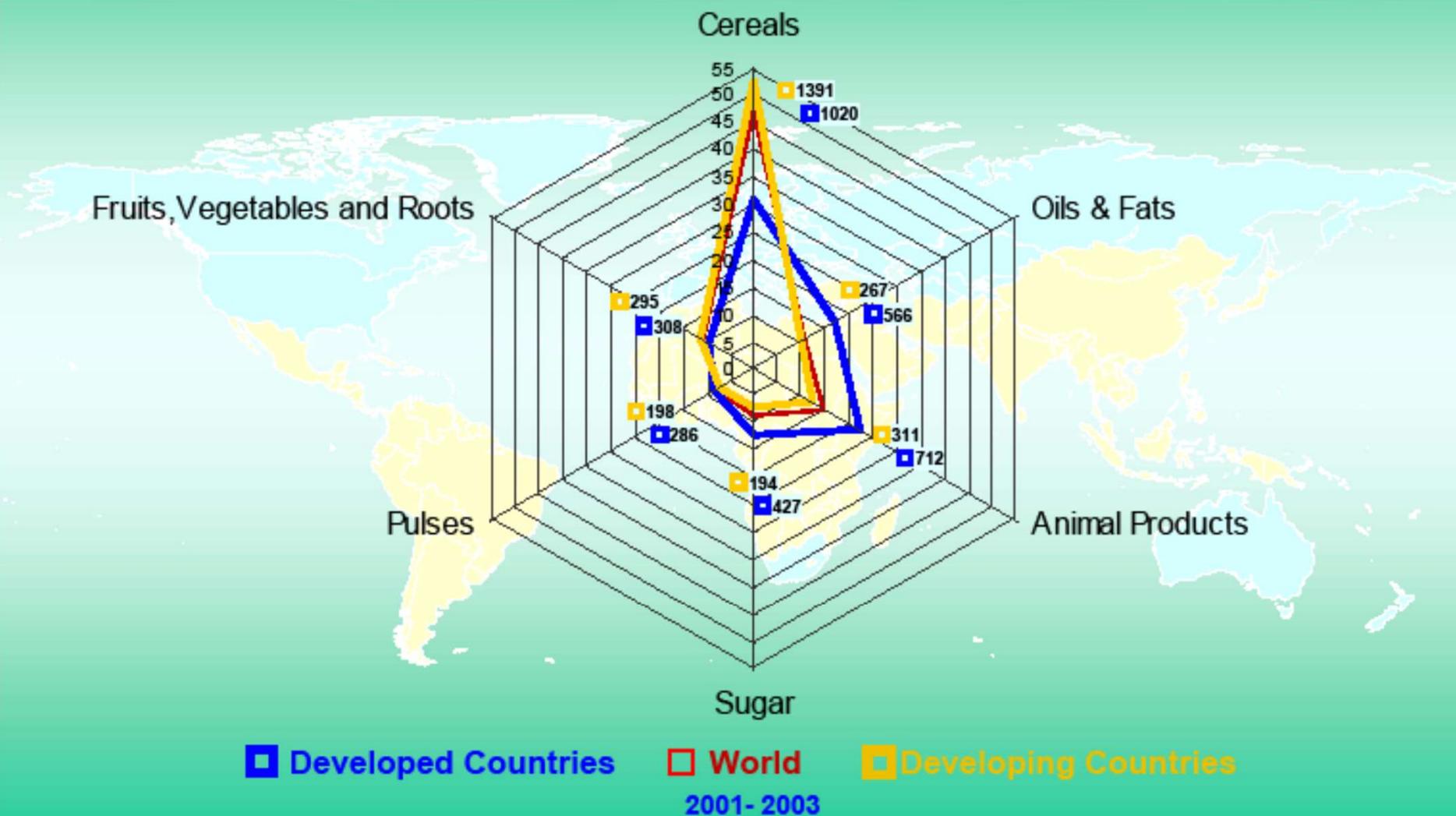
224 kg de matéria seca digestível (m.s.d.), por exemplo, cereais, mesmo com baixos teores de proteína, asseguram a cobertura das necessidades energéticas e proteicas.

O arroz tem 8% de proteína, sendo o cereal mais pobre neste alimento. 224 kg de m.s.d. de arroz têm aproximadamente (224x0,08) 17.9 kg de proteína, ligeiramente menos que o requerimento anual.



Embora o homem tenha domesticado um grande número de plantas e animais, a sua dependência energética permanece ligada às primeiras espécies que a sua observação da natureza sugeriu fossem utilizadas como fonte de alimento principal e sob a forma de cultura: **os cereais**.

Sources of Dietary Energy Consumption %



1 - Germany: The Melander family of Bargteheide

Food expenditure for one week:
375.39 Euros or \$500.07



2 - United States: The Revis family of North Carolina

Food expenditure for one week:
\$341.98



3 - Italy: The Manzo family of Sicily

Food expenditure for one week:
214.36 Euros or \$260.11



4 - Mexico: The Casales family of Cuernavaca

Food expenditure for one week:
1,862.78 Mexican Pesos or
\$189.09



5 - Poland: The Sobczynscy family of Konstancin-Jeziorna

Food expenditure for one week:
582.48 Zlotys or \$151.27



6 - Egypt: The Ahmed family of Cairo

Food expenditure for one week:
387.85 Egyptian Pounds or \$68.53



7 - Ecuador: The Ayme family of Tingo

Food expenditure for one week: \$31.55



8 - Bhutan: The Namgay family of Shingkhey Village

Food expenditure for one week: 224.93 ngultrum or \$5.03



9 - Chad: The Aboubakar family
of Breidjing Camp

Food expenditure for one week:
685 CFA Francs or \$1.23

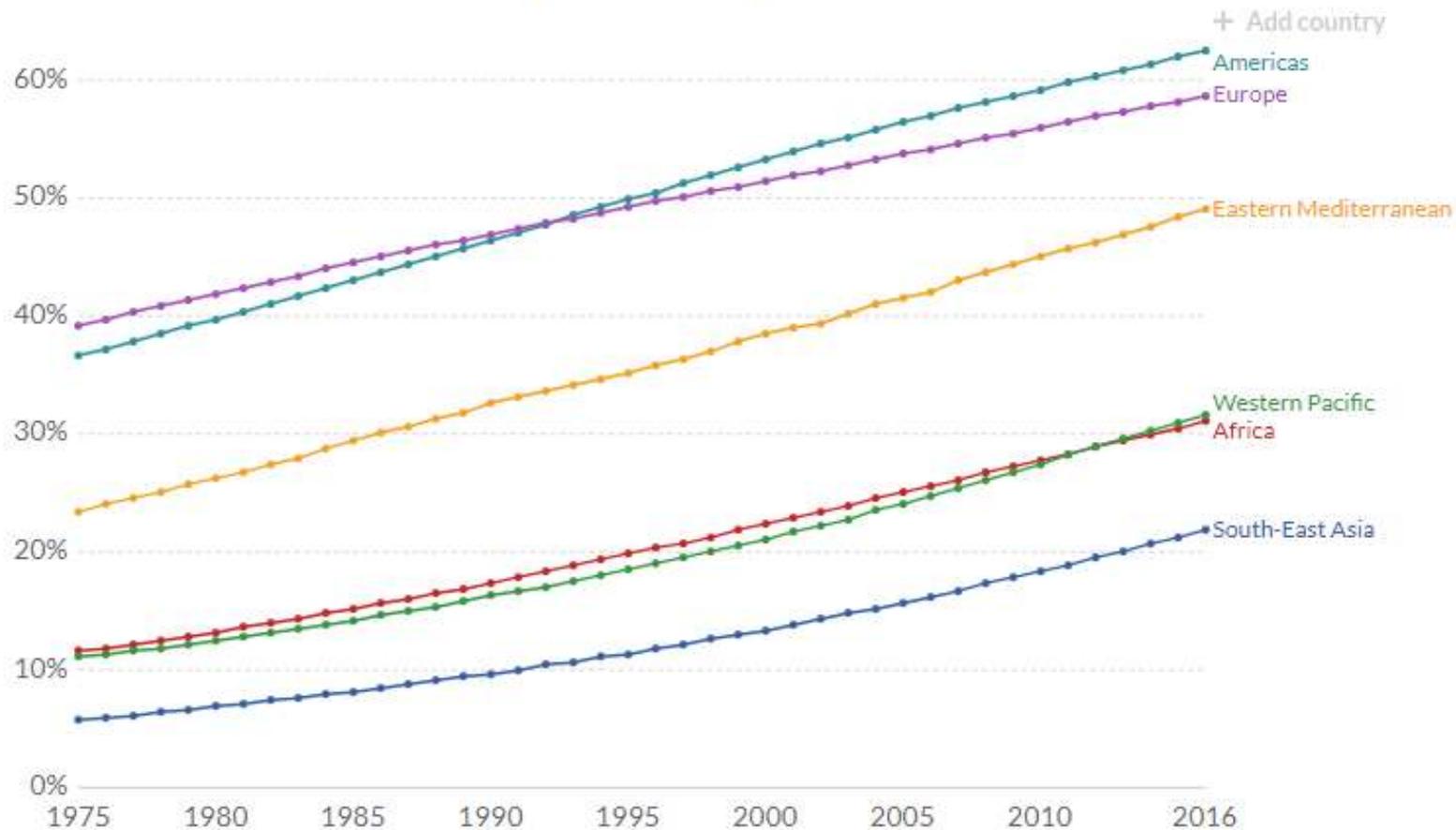
**E no seu caso, que consumo é
que faz**



Evolução de pessoas com IMC>25

Share of adults that are overweight

Share of adults aged 18 years and older who have a body-mass index (BMI) greater than or equal to 25. BMI is a person's weight in kilograms divided by his or her height in metres squared.



Source: WHO, Global Health Observatory

CC BY

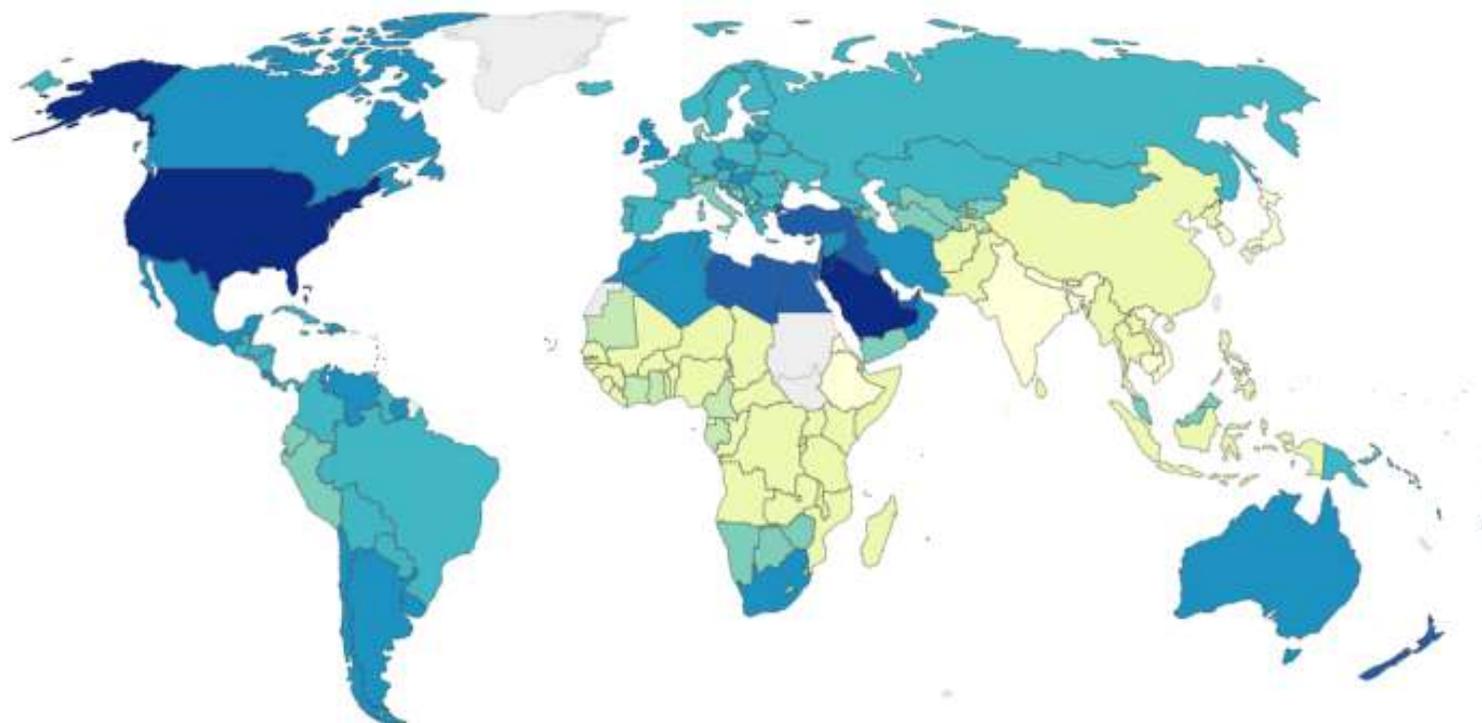
<https://ourworldindata.org/obesity>

Mapa da % pessoas com obesidade

Share of adults that are obese, 2016

Obesity is defined as having a body-mass index (BMI) equal to or greater than 30. BMI is a person's weight in kilograms divided by his or her height in metres squared.

Our World
in Data



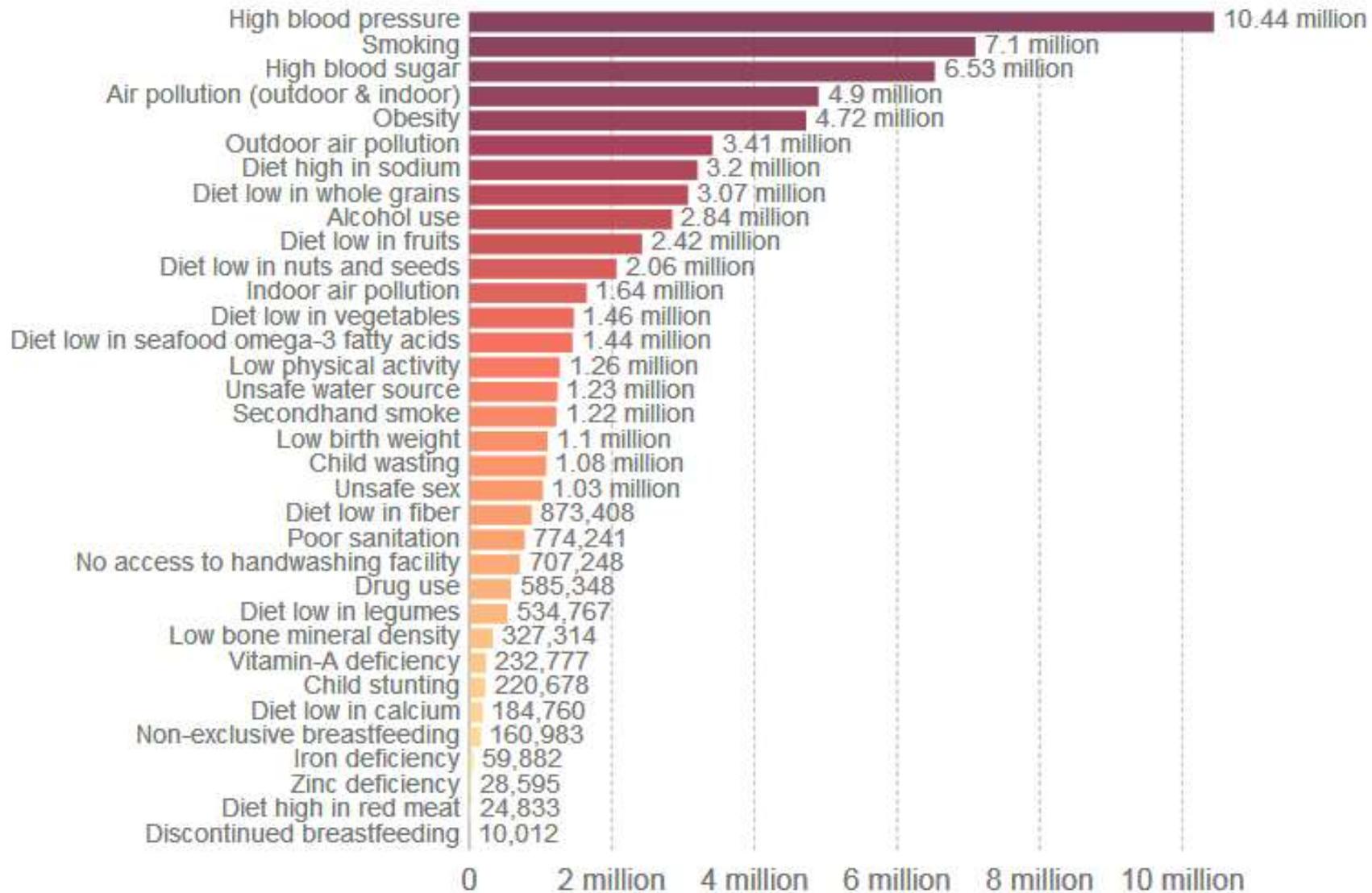
Source: WHO, Global Health Observatory

CC BY

<https://ourworldindata.org/obesity>
<http://worldpopulationreview.com/countries/most-obese-countries/>

Number of deaths by risk factor, World, 2017

Total annual number of deaths by risk factor, measured across all age groups and both sexes.



Source: IHME, Global Burden of Disease (GBD)

CC BY

O desperdício de comida no mundo industrializado daria para alimentar 925 M pessoas com fome



- Por ano são desperdiçados no mundo industrializado 230 Mton de comida, sendo isso aproximadamente igual à produção de alimentos na África Sub-Sariana (220 Mton/ano)
- Nos EUA o desperdício de comida pela população e retalho alimentar atinge os 40%, => emissão de cerca de 34% do total de metano produzido em aterros sanitários
- A nível mundial a FAO estima que se desperdice 1.3 BT/ano

Na maior parte de África, 40% da comida é perdida antes de ser consumida

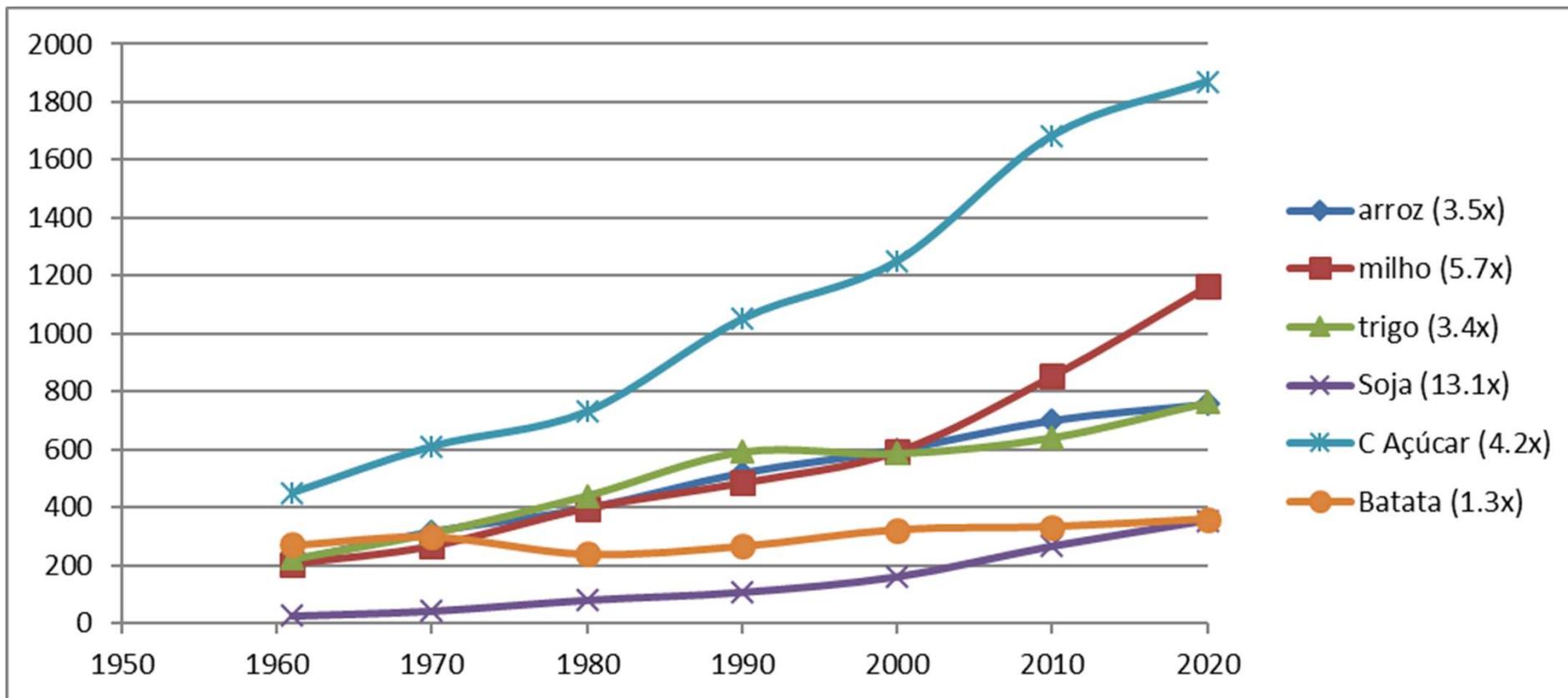


- Falta de controlo de pragas e doenças
- Falta de condições próprias de armazenamento
- Sistemas deficientes de transporte e infra-estruturas

O contínuo aumento da população mundial, aliado às alterações dos hábitos de vida e aumento do poder de compra, tem levado a um significativo acréscimo no consumo (e desperdício) de alimentos e outros produtos agrícolas. De 1961 a 2020, a população mundial aumentou 154%, a disponibilidade de alimentos per capita sofreu um acréscimo de 36%, pelo que a disponibilidade de alimentos aumentou 244%. Tal facto é agravado pela já elevada ocupação da terra arável, nomeadamente em regiões onde os níveis de consumo têm sofrido os maiores acréscimos (Ásia).

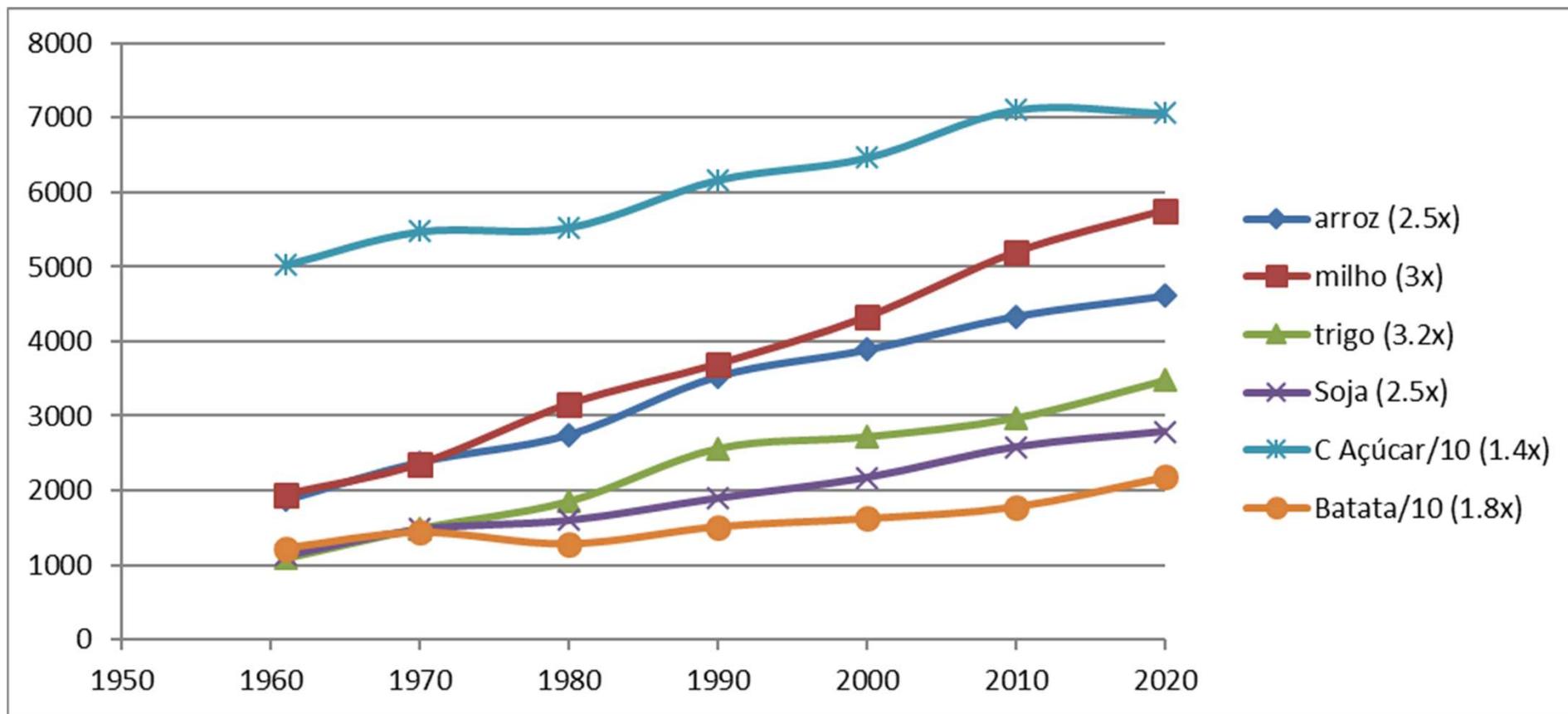
VEJAMOS POIS COMO É QUE SE TEM VINDO A ULTRAPASSAR O DESAFIO DE TÃO SIGNIFICATIVO AUMENTO DA PRODUÇÃO.

Evolução da produção das principais culturas de 1961-2020 em Mtoneladas



<http://faostat.fao.org/>

Evolução da produtividade das principais culturas de 1961-2020 em kg/ha



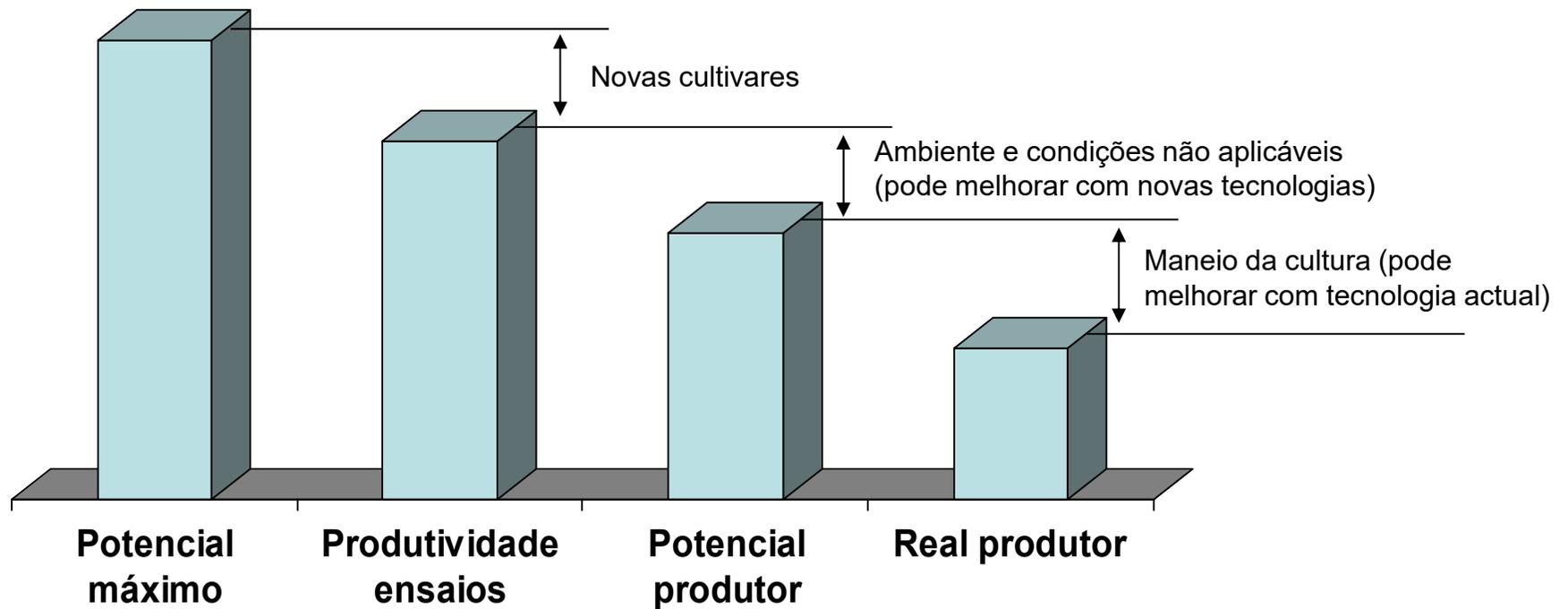
Produção vs. produtividade

- ❑ Há um elevado paralelismo entre o aumento da produção e da produtividade ao longo do período de 1961 a 2020, nomeadamente no trigo e batata, e de forma predominante no arroz e no milho.
- ❑ Na cultura da soja e cana do açúcar o aumento de produtividade foi expressivo (2.5x e 1.4x, respectivamente), mas o da produção foi muito superior (13.1x e 4.2x), o que denota que o incremento em área cultivada foi superior ao aumento de produtividade.

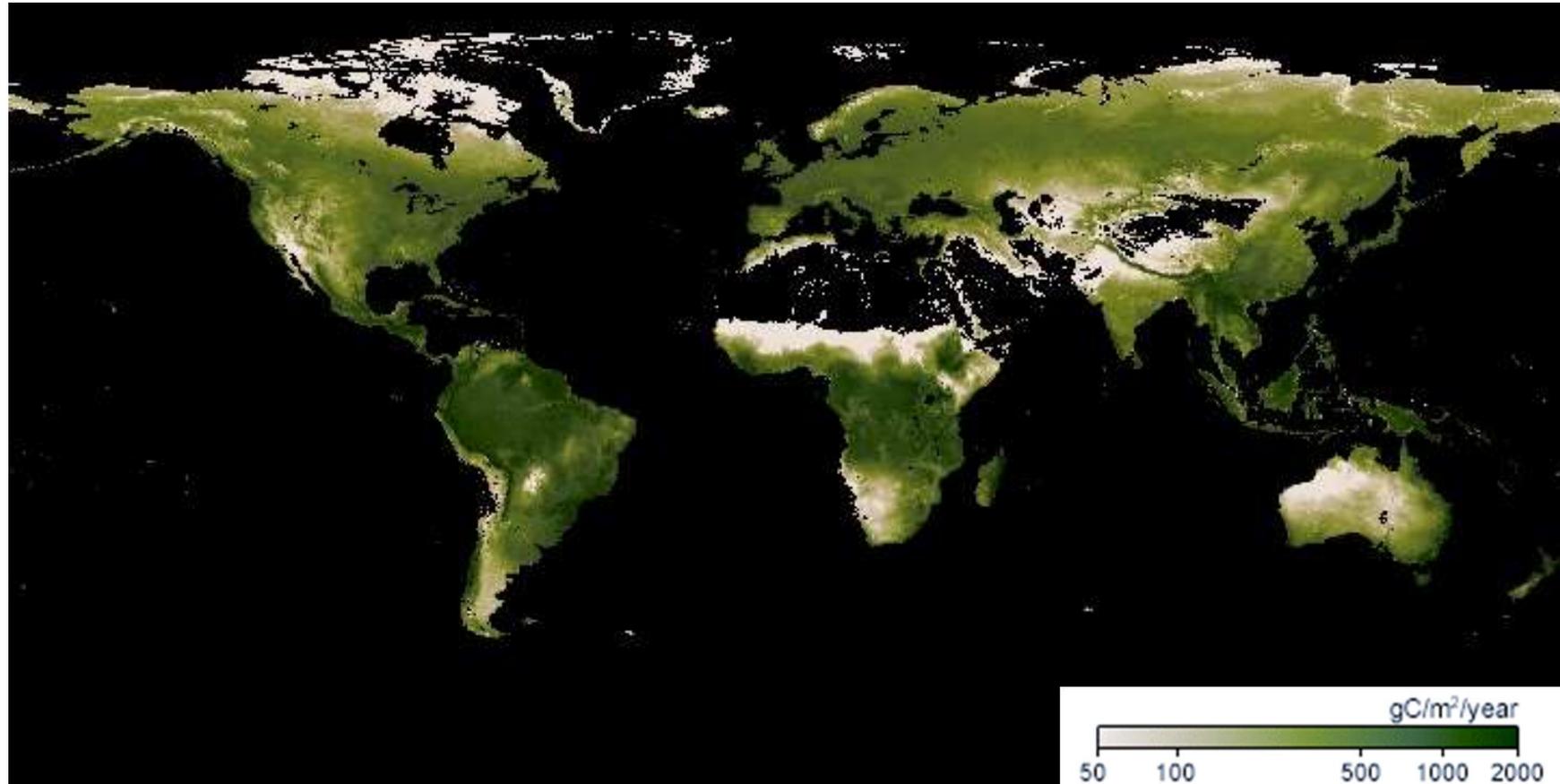
Produção vs. produtividade

- ❑ O aumento de produtividade deve-se predominantemente ao melhoramento genético, nomeadamente das culturas que se propagam por semente, e do acréscimo de intensificação da agricultura.
- ❑ Também há outras razões que contribuem para o aumento da produtividade, nomeadamente a passagem para um sistema de equidade, por isso menos autónomo, que promove um aumento da fertilização, maior recurso a pesticidas, mais irrigação, diminuição da % população empregue na agricultura e maior grau de mecanização.

Componentes de quebra de produtividade do arroz

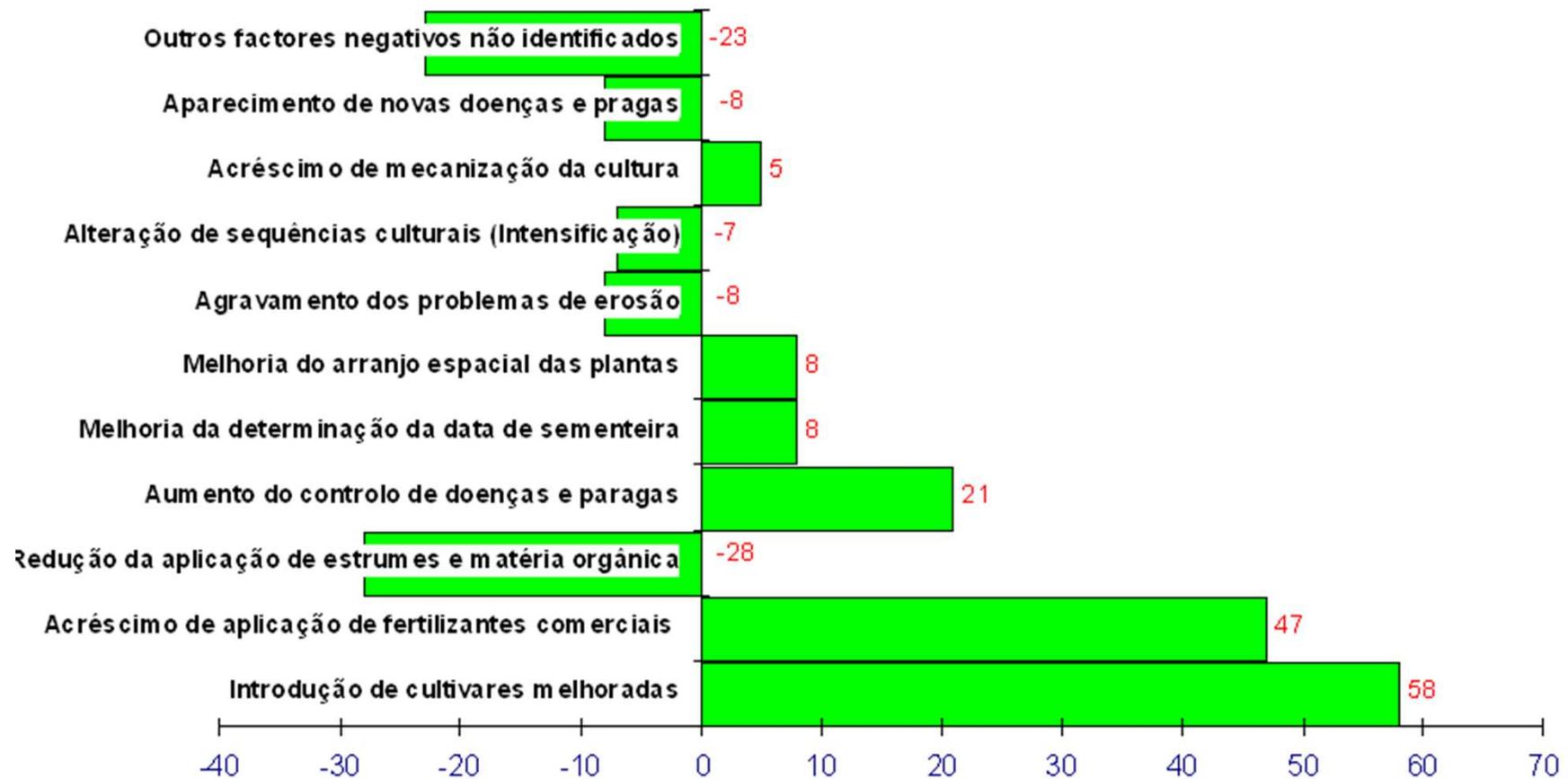


Produtividade primária líquida anual



https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MOD17A2_M_PSN

Porque é que a produtividade aumentou tão drasticamente?

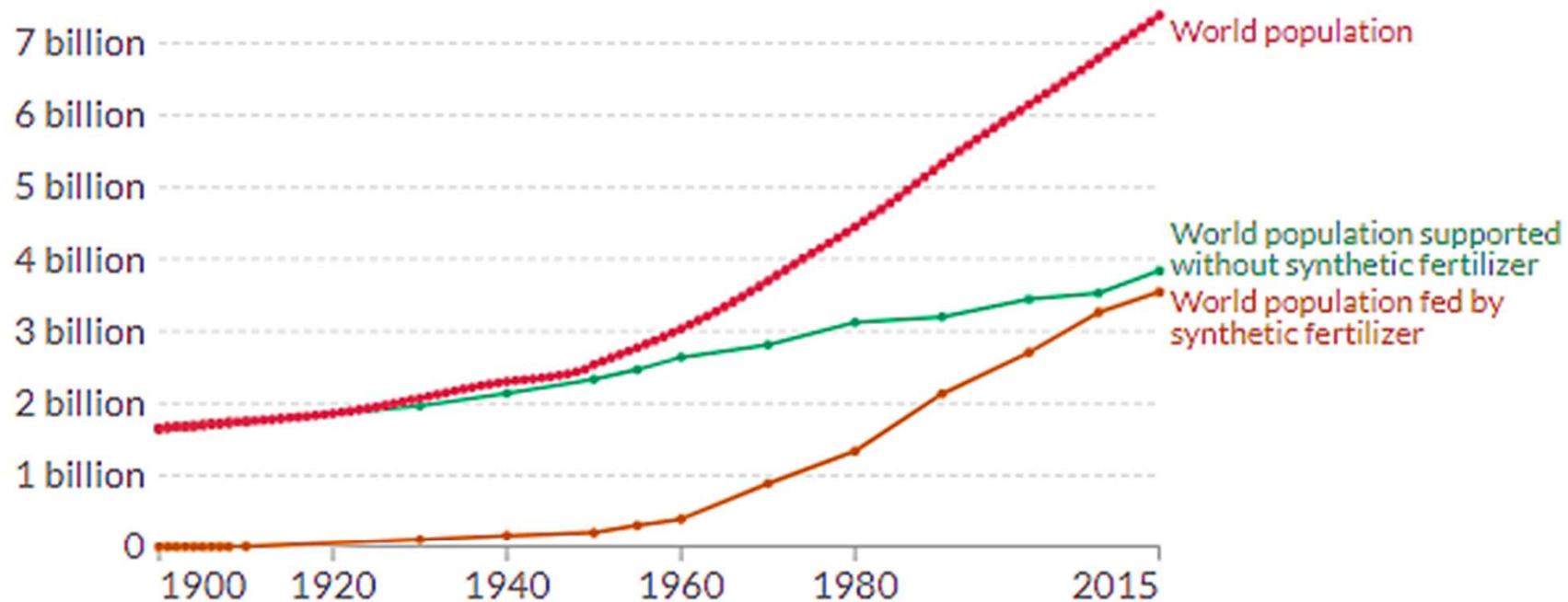


Evolução de alguns factores determinantes na produtividade das culturas

	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Tractores (M)	11	16	22	27	26	-	-
Área irrigada (Mha)	139	168	210	246	286	321	352
N fertilização (Mton)	12	32	61	77	82	113	111
P fertilização (Mton P ₂ O ₅)	11	21	32	36	33	44	48
K fertilização (Mton K ₂ O)	9	16	24	25	22	27	39

World population with and without synthetic nitrogen fertilizers

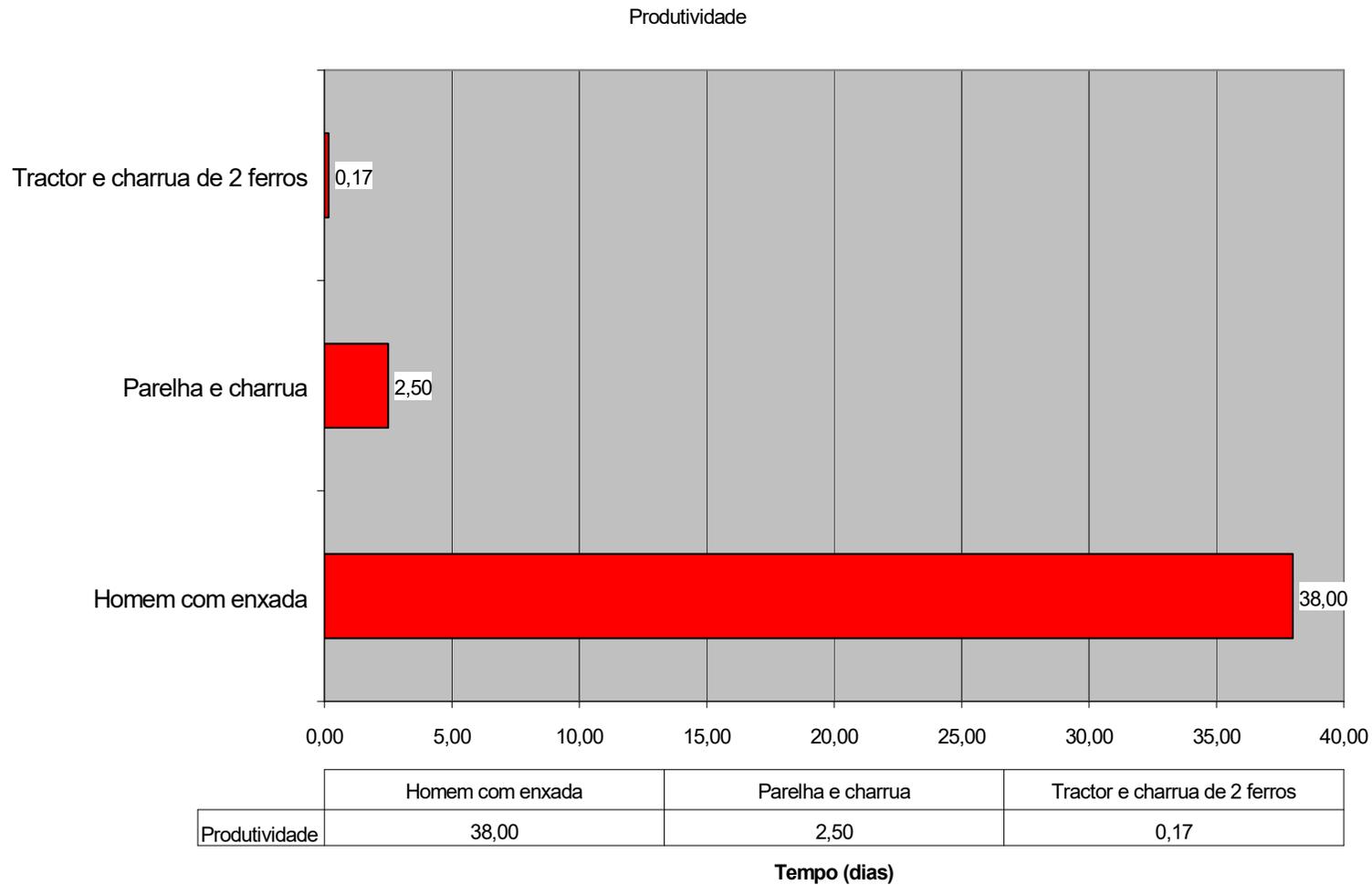
Estimates of the global population reliant on synthetic nitrogenous fertilizers, produced via the Haber-Bosch process for food production. Best estimates project that just over half of the global population could be sustained without reactive nitrogen fertilizer derived from the Haber-Bosch process.



Source: Erisman et al. (2008); Smil (2002); Stewart (2005)
OurWorldInData.org/how-many-people-does-synthetic-fertilizer-feed/ • CC BY



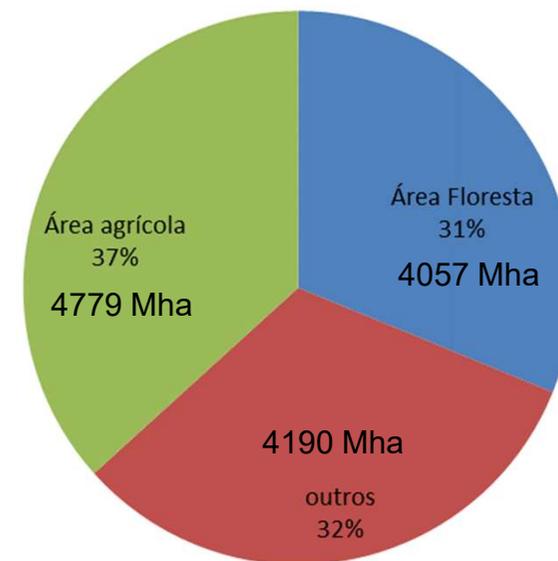
Produtividade do trabalho



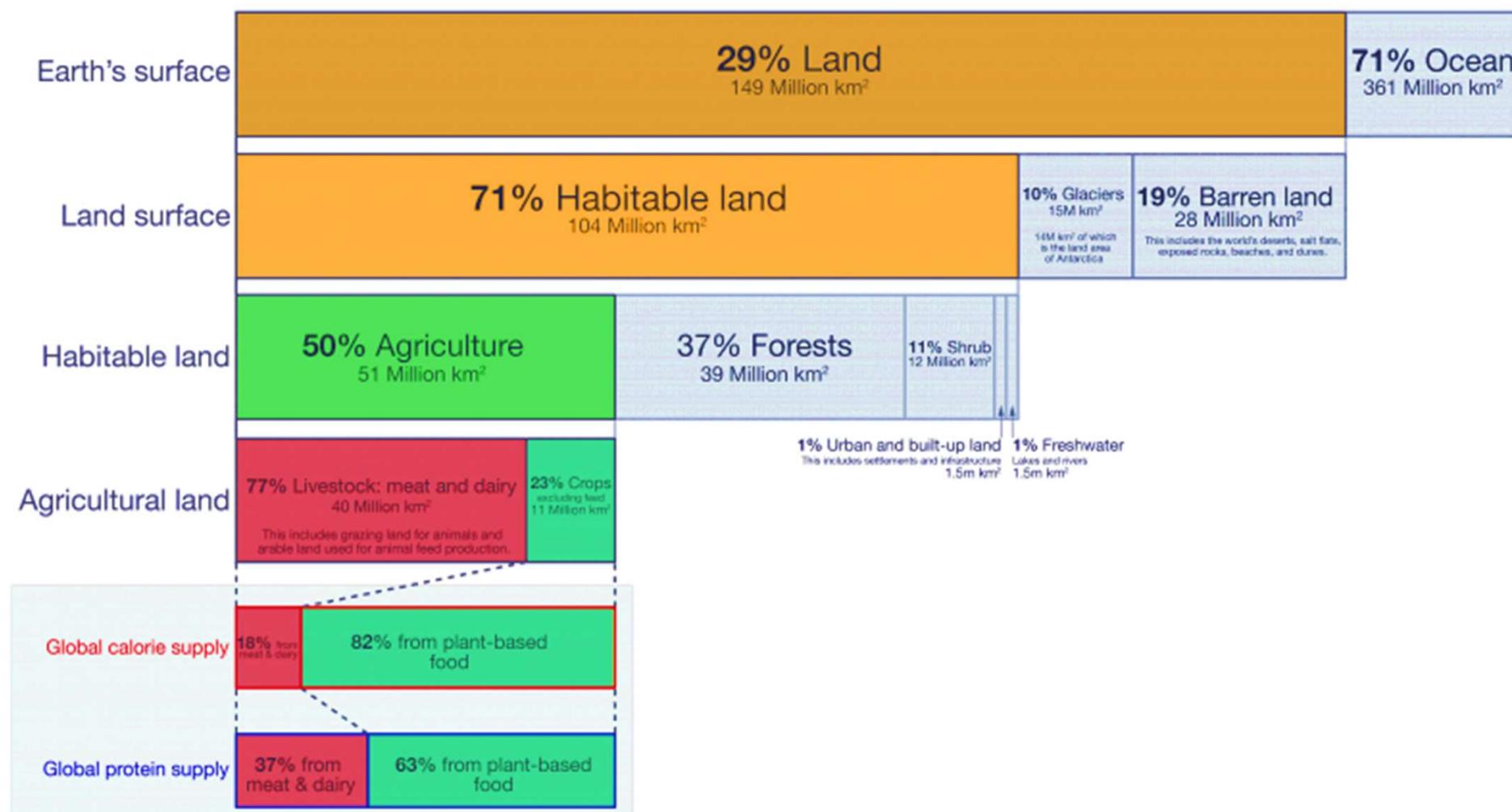
Superfície terrestre e sua utilização (2020)

Área superfície globo	Área submersa pelo mar	Área emersa do mar
51010 Mha	36113 Mha	14894 Mha

Área lagos, rios e outros	Área terra
1866 Mha (12.5%)	13028 Mha (87.5%)



Global land use for food production



Data source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)
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 in 2019.

<https://ourworldindata.org/land-use>

Evolução da ocupação da terra ao longo dos anos em Mha

	1961	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Culturas anuais	1351	1394	1421	1486	1492	1506	1394
Culturas permanentes	78	86	98	116	134	158	182
Pastagens permanentes	3118	3172	3245	3332	3423	3293	3203
Floresta regenerada naturalmente	-	-	-	4052	3937	3834	3756
Floresta plantada	-	-	-	179	220	271	301

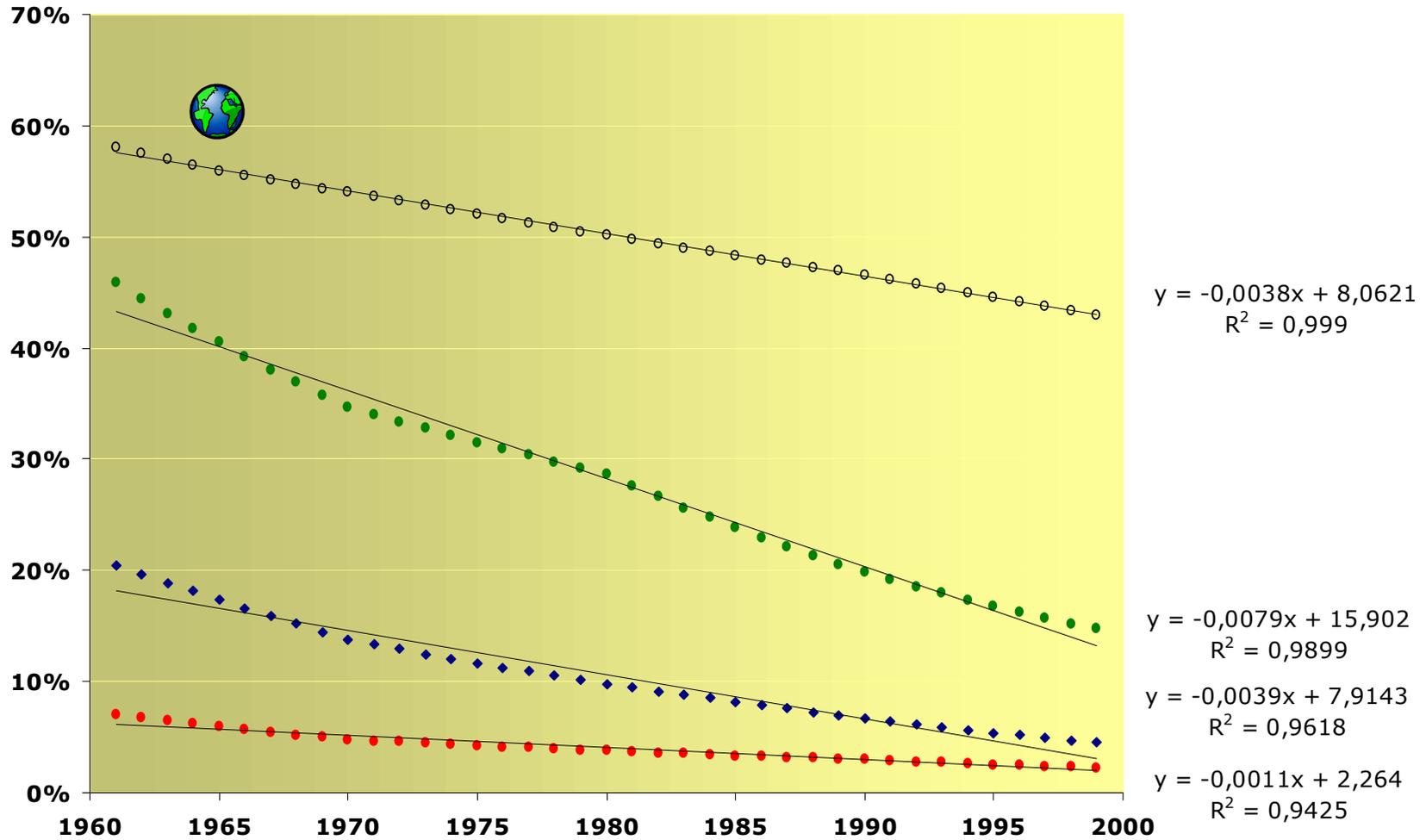
Comparação da área cultivada com a área disponível

	CULTIVATED LAND (1970) (10 ⁶ ha)	CULTIVABLE LAND (10 ⁶ ha)
SOUTH ASIA	197	195
P.R.CHINA	111	113
NEAR EAST	85	88
N.AMERICA	236	274
EUROPE	144	180
CENTRAL AMERICA AND CARIBBEAN	38	52
U.S.S.R.	233	352
OCEANIA	45	70
SOUTH AFRICA, JAPAN AND ISRAEL	18	28
EAST AND S.E.ASIA	72	115
EAST AND W.AFRICA	135	228
NORTH AFRICA	19	39
OTHER ASIAN COUNTRIES	5	11
CENTRAL AFRICA	29	169
SOUTH AMERICA	87	540
	1454	2454

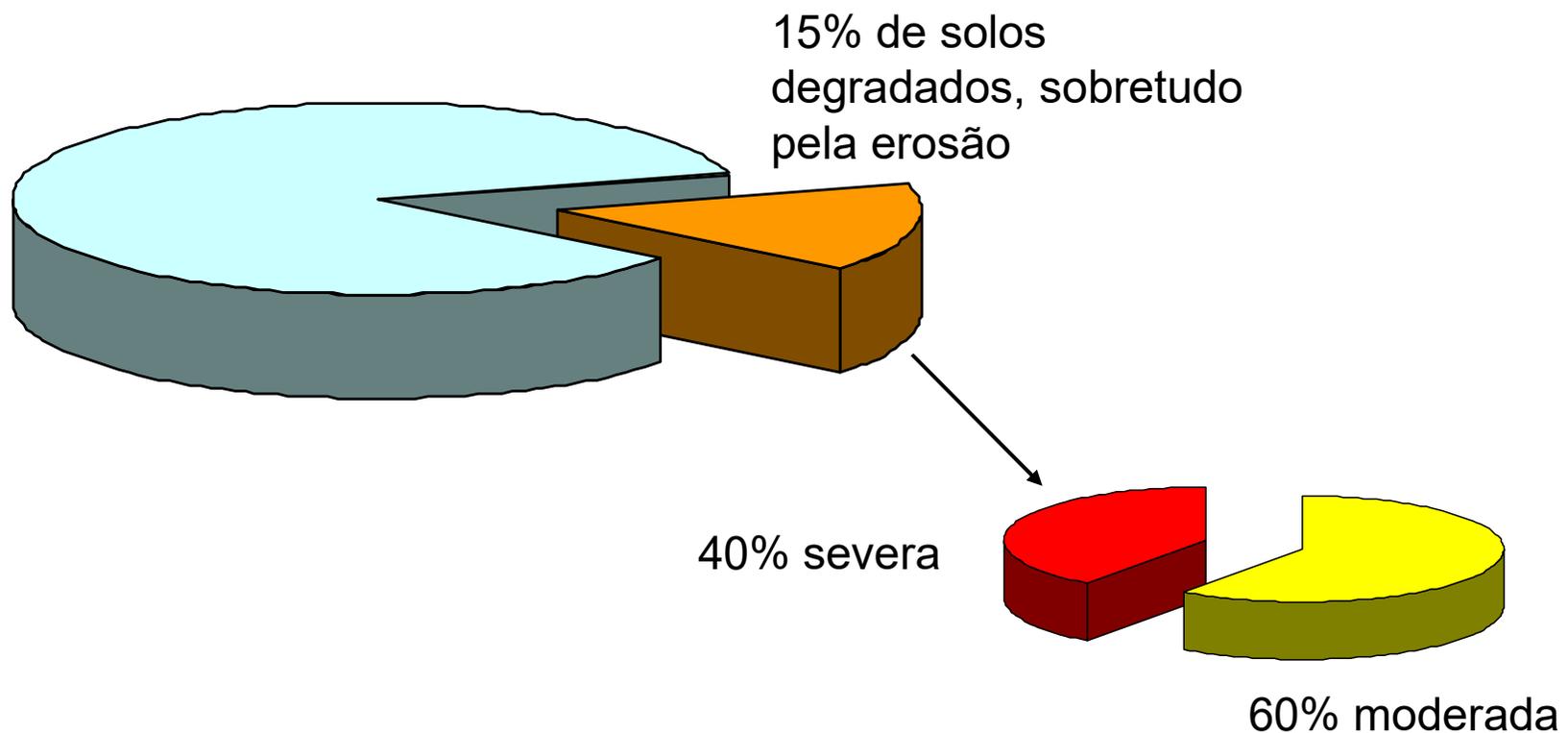
FIGURE 3. Cultivated land compared with land suitable for cultivation. (Adapted from Verbeek, W. A., Food and Agriculture in South and Southern Africa, paper presented at Conf. Resources of Southern Africa Today and Tomorrow, Johannesburg, 1976, 48—62.)

- O milho, trigo e arroz providenciam cerca de 2/3 da alimentação mundial, para além de serem essenciais para a alimentação animal e produção industrial.
- Desde os anos 60, até 2020 as produções de trigo e arroz mais que triplicaram e a de milho mais que quintuplicou, apesar da área de cultivo destas culturas apenas ter aumentado aproximadamente 38%.
- A importância destas culturas leva a que um declínio na sua produção tenha um efeito muito negativo na economia mundial, nomeadamente nas populações mais pobres importadoras líquidas de alimentos, devido ao aumento do seu custo; este facto ocorreu de forma muito clara em 2010-11, um período em que a produção dos cereais baixou devido essencialmente a condições climáticas adversas, apesar da tendência crescente das últimas décadas.

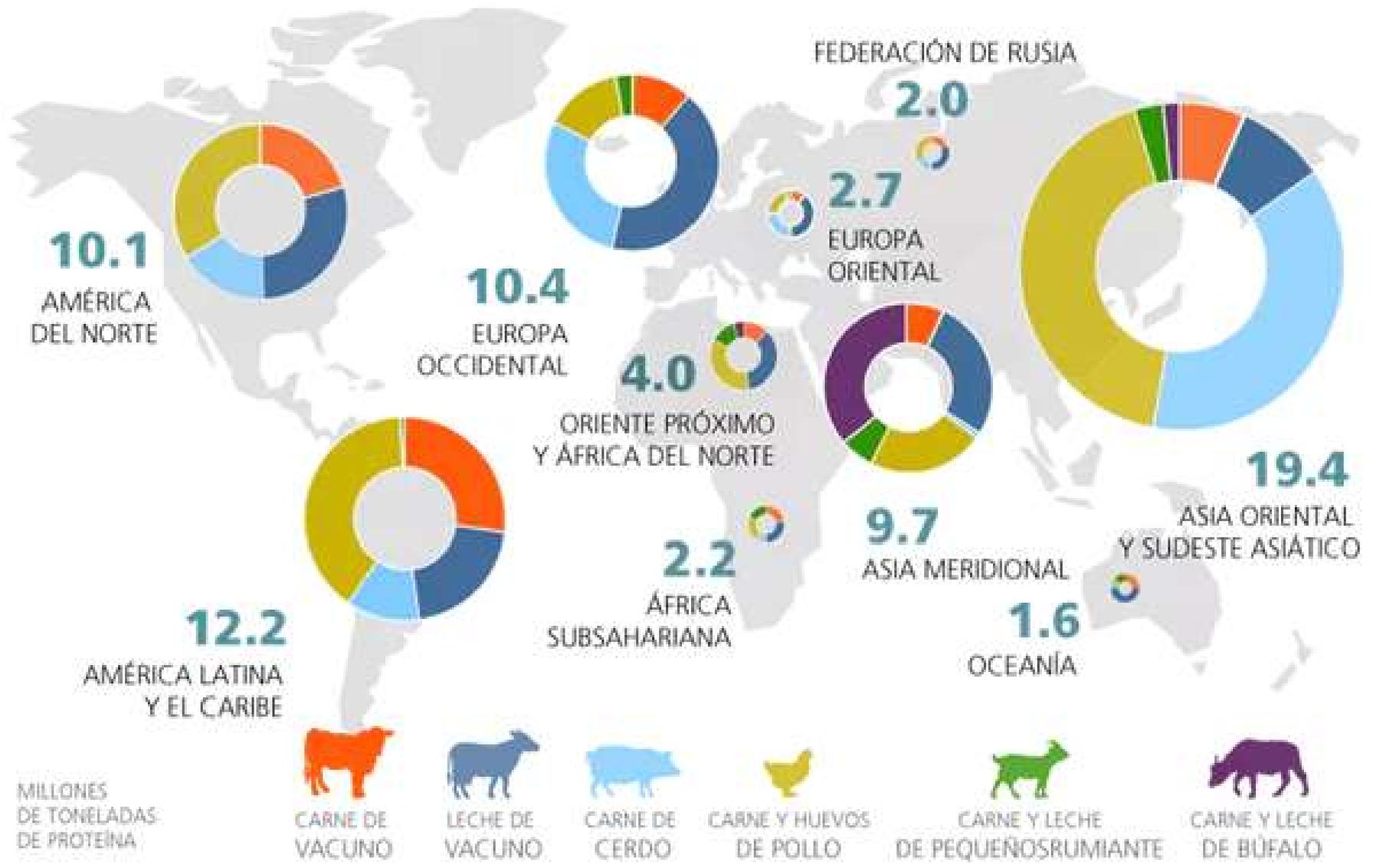
Evolução da população agrícola



A degradação dos solos agrícolas nos últimos 50 anos tem sido significativa

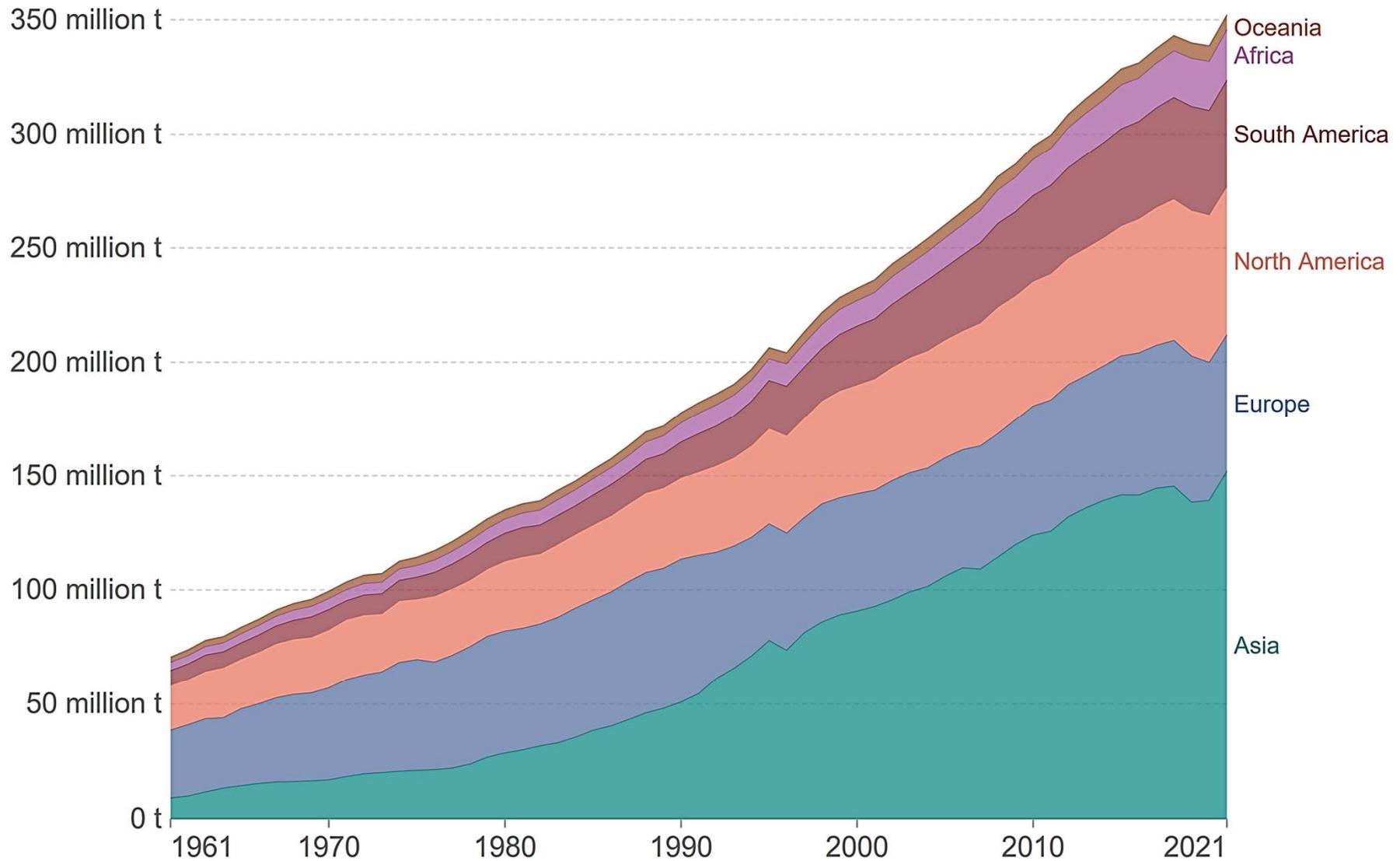


- ✓ Em 2020, a população mundial atingiu os 7795 M de pessoas e, entre os animais domésticos, haviam 1526 M de bovinos, 2391 M de ovinos e caprinos, 953 M de suínos, 1969 M de patos, perus e gansos e 33097 M de galinhas.
- ✓ As necessidades alimentares destes animais correspondem a mais de 2.5x das necessidades da população mundial.
- ✓ Atualmente os animais pastoreiam em áreas pelo menos 2.3x superiores à área dedicada às culturas anuais.
- ✓ Das culturas anuais, uma parte significativa é dedicada à alimentação animal.



Producción ganadera mundial por región (leche y huevos expresados en proteínas) FAO, CC BY-SA

Global meat production, 1961 to 2021

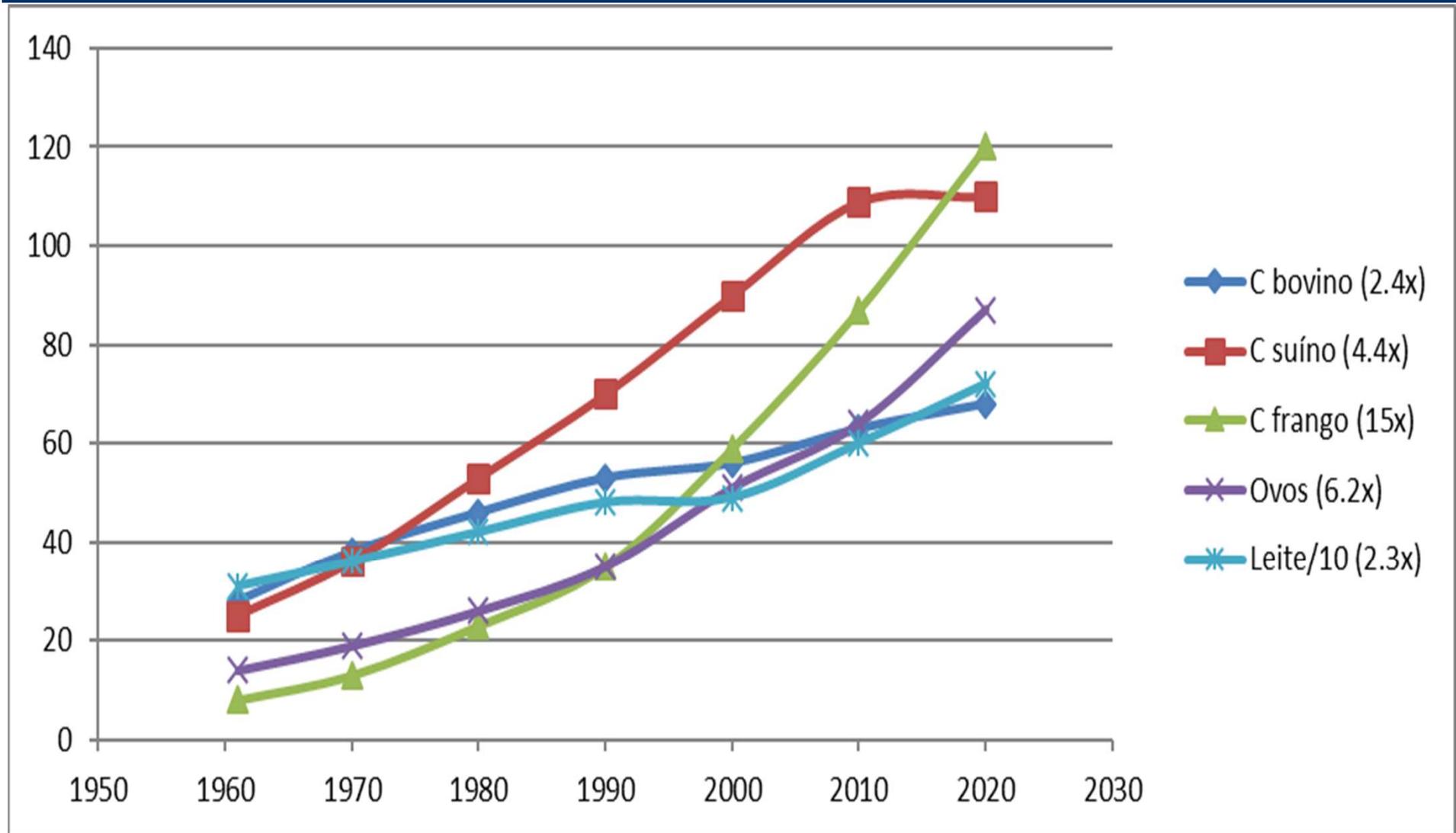


Data source: UN Food and Agriculture Organization (FAO)

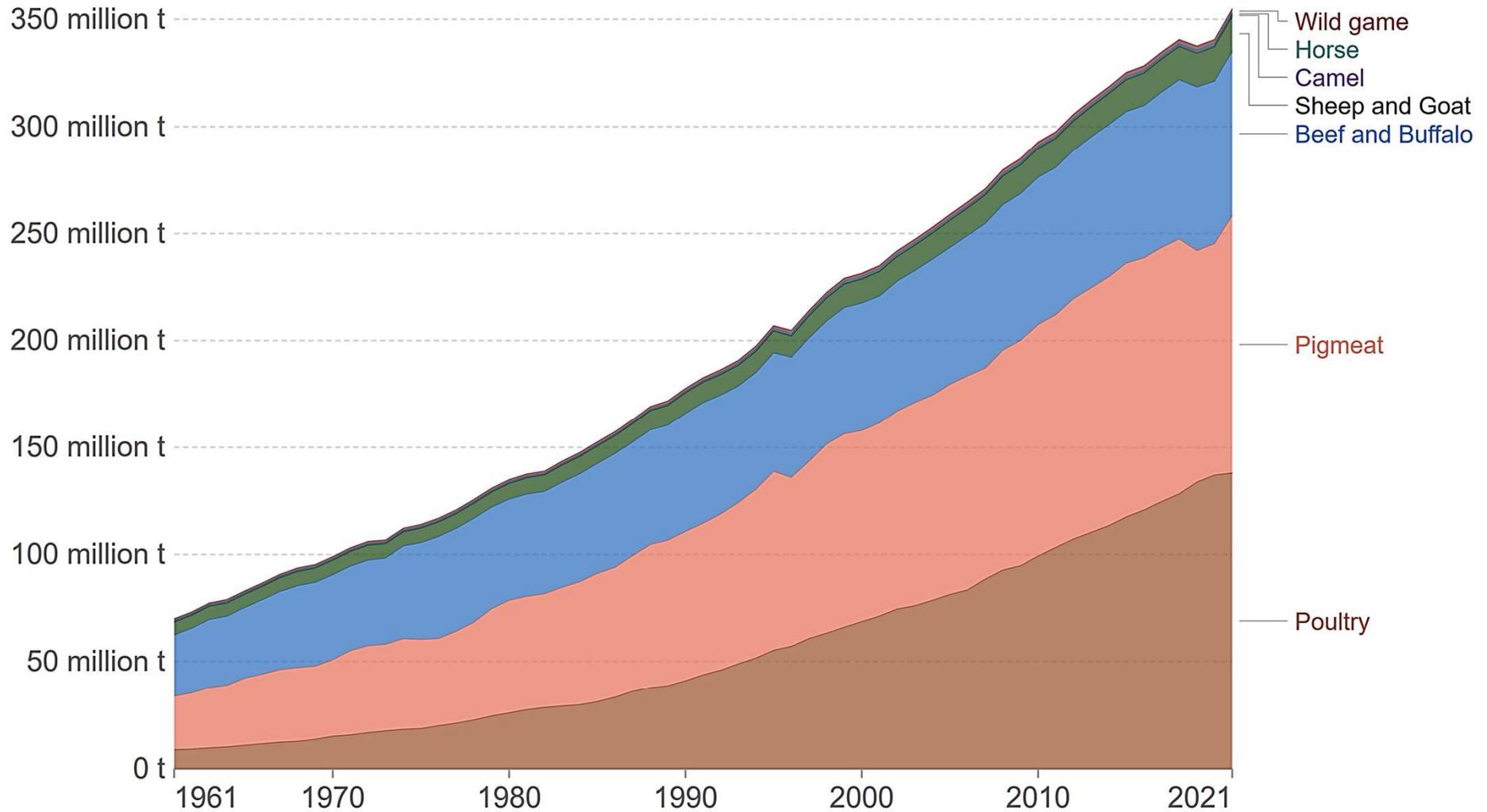
[OurWorldInData.org/meat-production](https://ourworldindata.org/meat-production) | CC BY

<https://ourworldindata.org/meat-production>

Evolução da produção de diversos produtos animais de 1961-2020 em Mtoneladas



Meat production by livestock type, World, 1961 to 2021



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations

[OurWorldInData.org/meat-production](https://ourworldindata.org/meat-production) | CC BY

Note: Total meat production includes both commercial and farm slaughter. Data are given in terms of dressed carcass weight, excluding offal and slaughter fats.

<https://ourworldindata.org/meat-production>

O acréscimo de produção de 1961 a 2020 de carne de bovinos, de frango e suíno, bem como da produção de leite e de ovos, **deve-se mais ao aumento de efetivos animais do que ao aumento de produtividade por animal.**

C bovino	142.86%
# bovinos	62.00%
C frango	1478.95%
# galinhas	747.34%
C suíno	340.00%
# suínos	134.73%

A produção vegetal continuará a ser a base da alimentação humana. A distribuição dos fatores de crescimento, apesar de majoritariamente a favor da produção vegetal, continuará a crescer mais aceleradamente para a produção animal.

Evolução da população e consumo alimentar na China de 1961-2020

Ano	Alim.vegetal kcal/dia/cap.	Alim.animal kcal/dia/cap.	População (milhões)
2019	2608 (+89%)	729 (+1202%)	1411 (+107%)
2010	2356	689	1390
2000	2290	524	1312
1990	2217	297	1199
1980	1987	174	1017
1970	1745	114	844
1961	1382	56	683

Evolução da população e consumo alimentar na Índia de 1961-2020

Ano	Alim.vegetal kcal/dia/cap.	Alim.animal kcal/dia/cap.	População (milhões)
2019	2306 (+22%)	293 (162%)	1396 (205%)
2010	2216	225	1231
2000	2198	182	1053
1990	2048	158	870
1980	1878	116	697
1970	2011	101	554
1961	1898	112	458

O consumo de bens alimentares de 1961 a 2020 aumentou de forma muito significativa nestes países, sendo no caso da China de **290% e 2589% para produtos vegetais e animais**, respetivamente, enquanto que na Índia esses aumentos se cifraram “apenas” em **270% e 697%**, respetivamente.

Note-se na China a incrível mudança dos hábitos alimentares na década de 90, o que provocou dificuldades de abastecimento no mercado mundial de cereais e oleaginosas utilizadas na alimentação animal, com conseqüente aumento de preços ao produtor e consumidor.

Na Índia verifica-se que tem havido flutuações no consumo de bens alimentares de origem vegetal, o que, aliado ao baixo consumo total de calorias (inferior a 2200 kcal/dia/cap), sugere ter ocorrido fome e/ou subnutrição em larga escala até aos anos 90, mas os valores de consumo mais recentes finalmente ultrapassaram 2500 kcal/dia/cap.

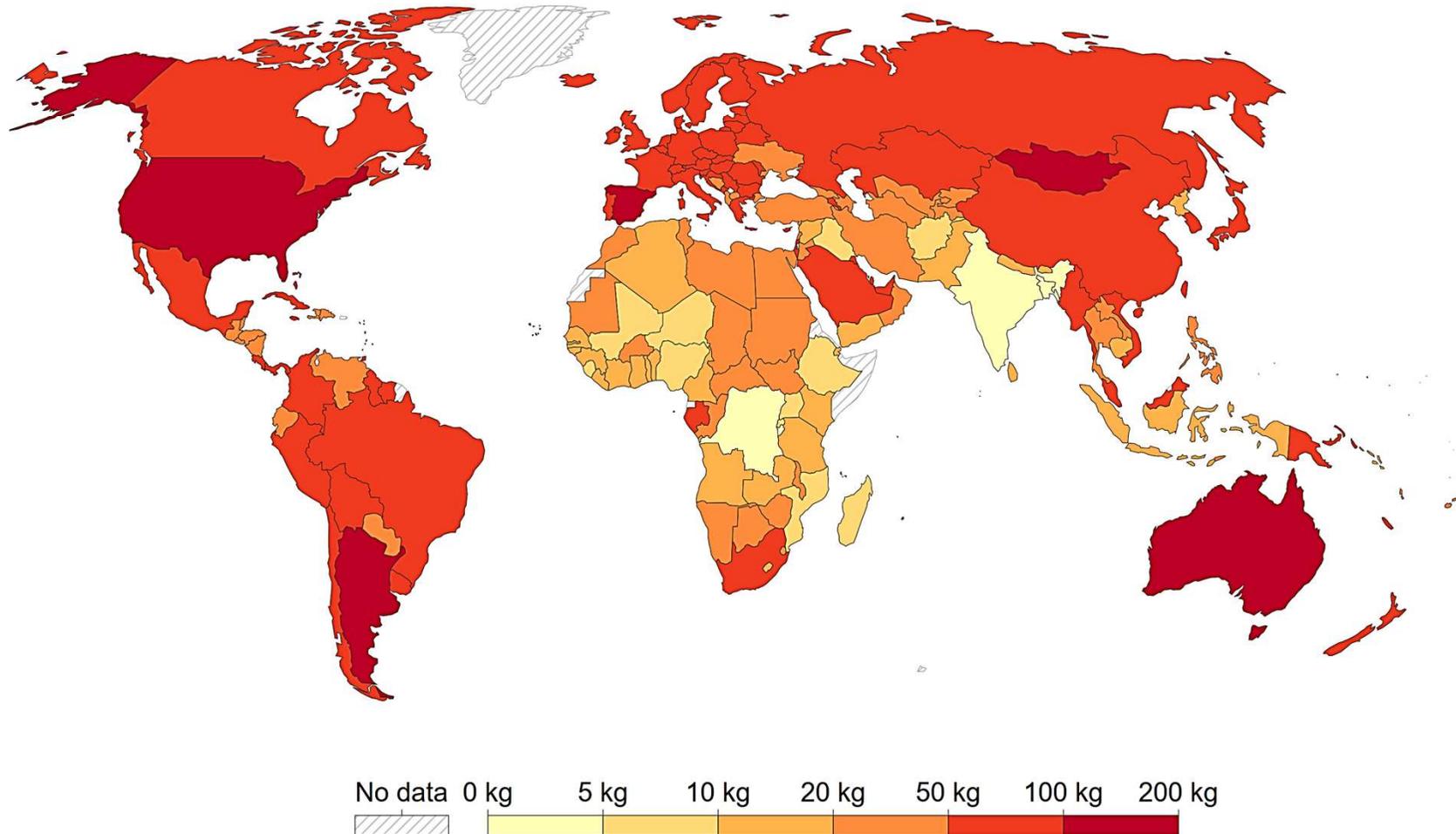
A produção de carne requer elevadas quantidades de grãos, pelo que a maioria do milho e soja produzidos a nível mundial é utilizada para a produção animal. Produzir 1 caloria de carne requer 11-17 calorias de alimento forrageiro, pelo que a dieta de uma pessoa que consome carne requer 2 a 4 vezes mais área de terreno do que a dieta de um vegetariano.

Porém há que considerar que muitos dos terrenos afetos à produção forrageira não têm aptidão para o cultivo de culturas anuais, pois os solos são muito declivosos, têm baixa fertilidade e capacidade de troca catiónica e/ou limitada retenção de água.

O consumo de carne varia muito no nosso mundo, pois nas nações industrializadas o consumo anual de carne *per capita* frequentemente ultrapassa 100 kg, enquanto que nos países em vias de desenvolvimento frequentemente é inferior a 30 kg.

Meat supply per person, 2020

Average total meat supply per person measured in kilograms per year.



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations

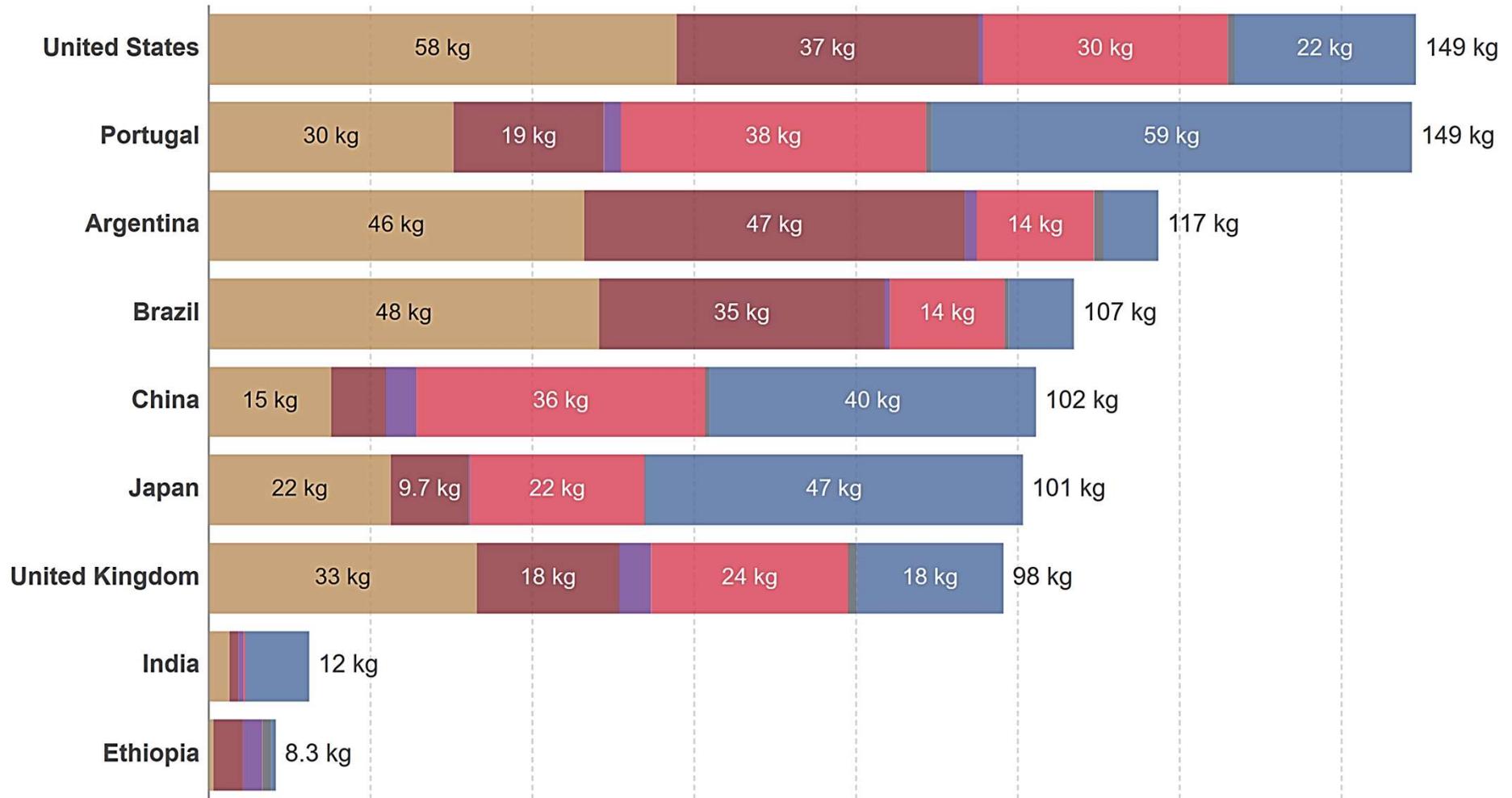
[OurWorldInData.org/meat-production](https://ourworldindata.org/meat-production) | CC BY

Note: Data excludes fish and other seafood sources. Figures do not correct for waste at the household/consumption level so may not directly reflect the quantity of food finally consumed by a given individual.

<https://ourworldindata.org/meat-production>

Per capita meat consumption by type, 2020

■ Poultry
 ■ Beef
 ■ Sheep and goat
 ■ Pork
 ■ Other meats
 ■ Fish and seafood



Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations

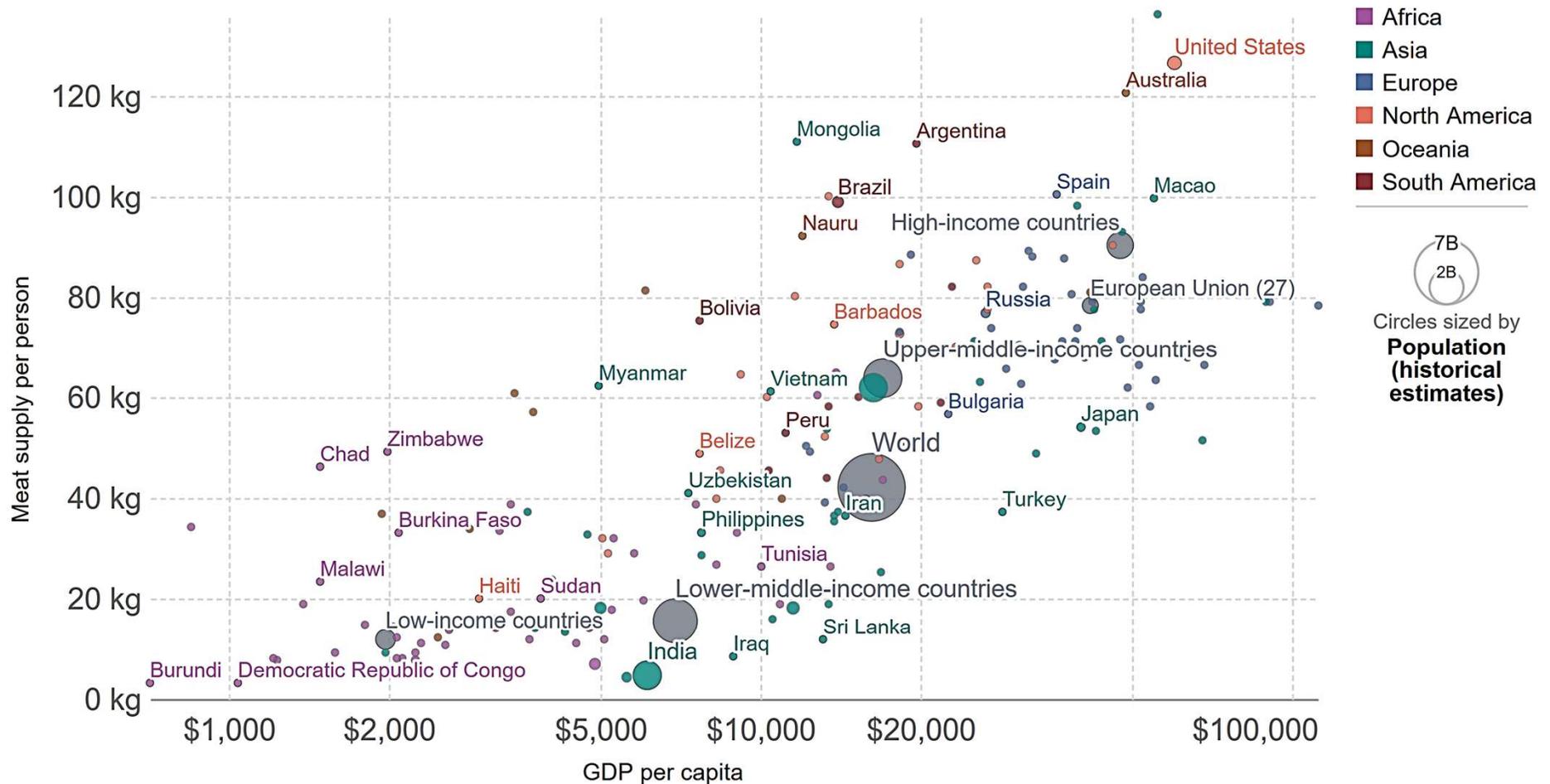
[OurWorldInData.org/meat-production](https://ourworldindata.org/meat-production) | CC BY

Note: Data refers to meat 'available for consumption'. Actual consumption may be lower after correction for food wastage.

<https://ourworldindata.org/meat-production>

Meat consumption vs. GDP per capita, 2020

Average meat consumption per capita, measured in kilograms per year versus gross domestic product (GDP) per capita measured in constant international-\$. International-\$ corrects for price differences across countries. Figures do not include fish or seafood.

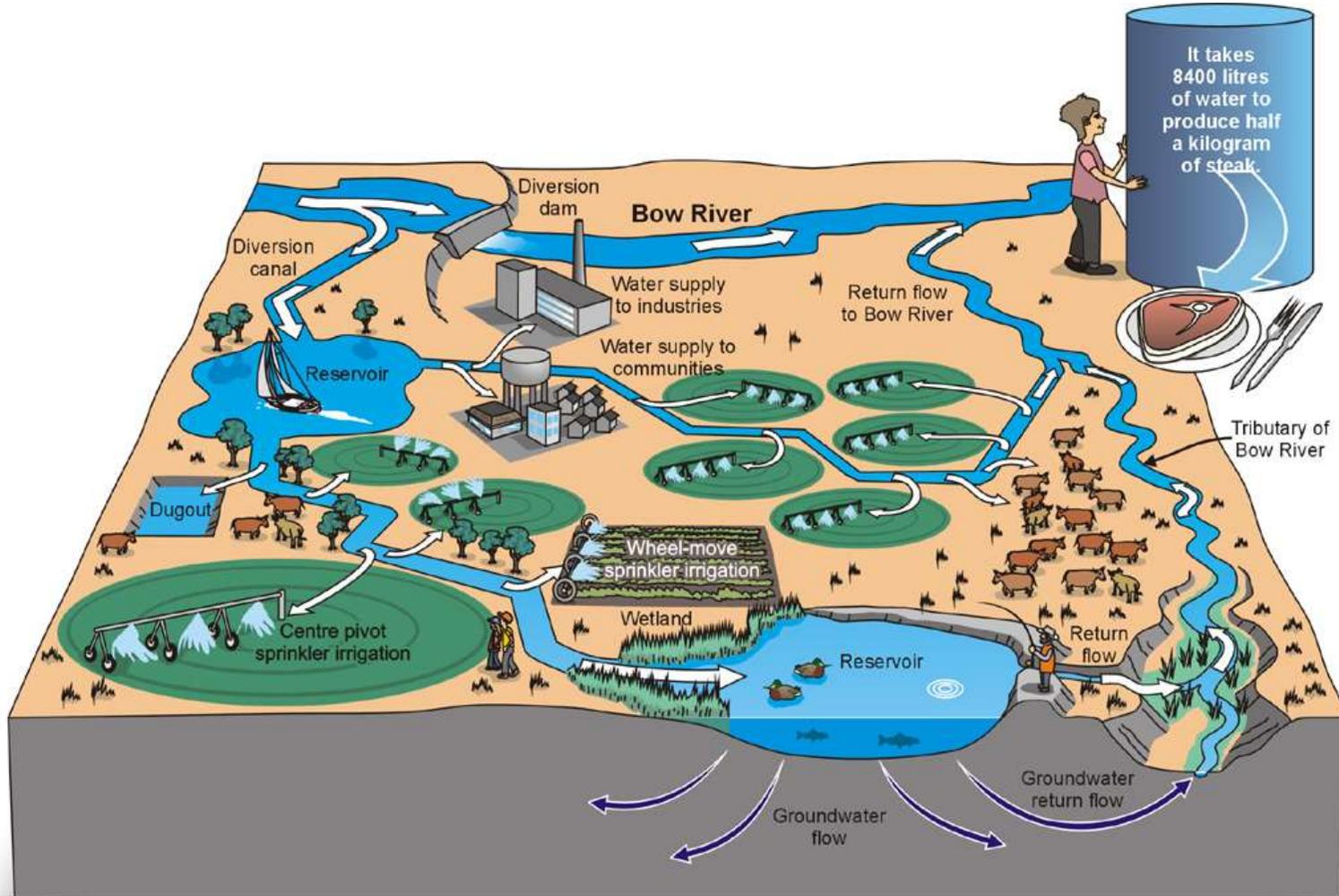


Data source: Food and Agriculture Organization of the United Nations; Data compiled from multiple sources by World Bank [OurWorldInData.org/meat-production](https://ourworldindata.org/meat-production) | CC BY

<https://ourworldindata.org/meat-production>

Consumem-se 8400 L de água para produzir 500 g de bife

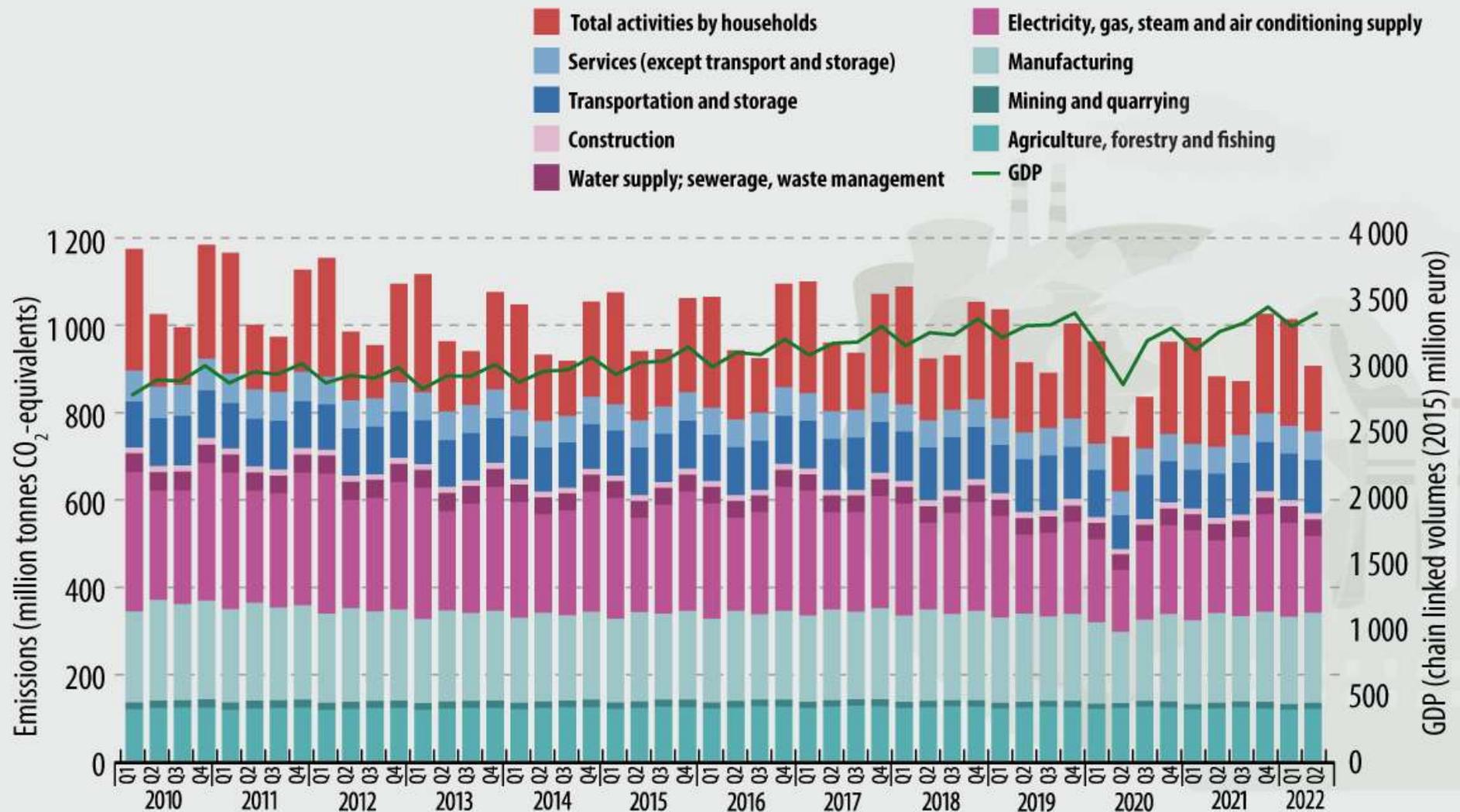
(http://geoscape.nrcan.gc.ca/h2o/bow/irrigation_e.php)



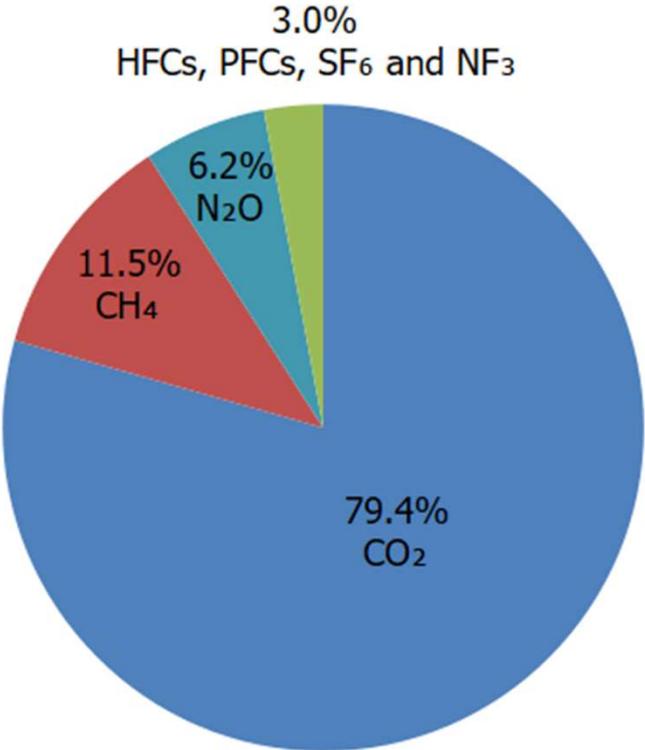
- No caso do Brasil, o primeiro produtor de carne de bovino a nível mundial, dos 836 Mha de terreno, aproximadamente 173 Mha são ocupados por pastagens permanentes, enquanto que a produção vegetal ocupa 65 Mha (a floresta ocupa cerca de 496M ha).
- Outro factor importante é o crescimento da pecuária no Centro-Oeste e Amazónia. Com maior flexibilização das regras (trabalho, salários, posse da terra e menos alternativas económicas), esta região tornou-se no grande centro de produção de bovinos deste país.
- De 1961 a 2020, passou-se no Brasil dum efetivo de 56 M de bovinos (7.1 M para abate) para 218 M (32 M para abate) e com tendência para aumentar.
- No mundo havia em 2020 1523 M de bovinos vivos e abateram-se 328 M de animais.

Greenhouse gas emissions by economic activity and GDP, EU, Q1 2010 - Q2 2022

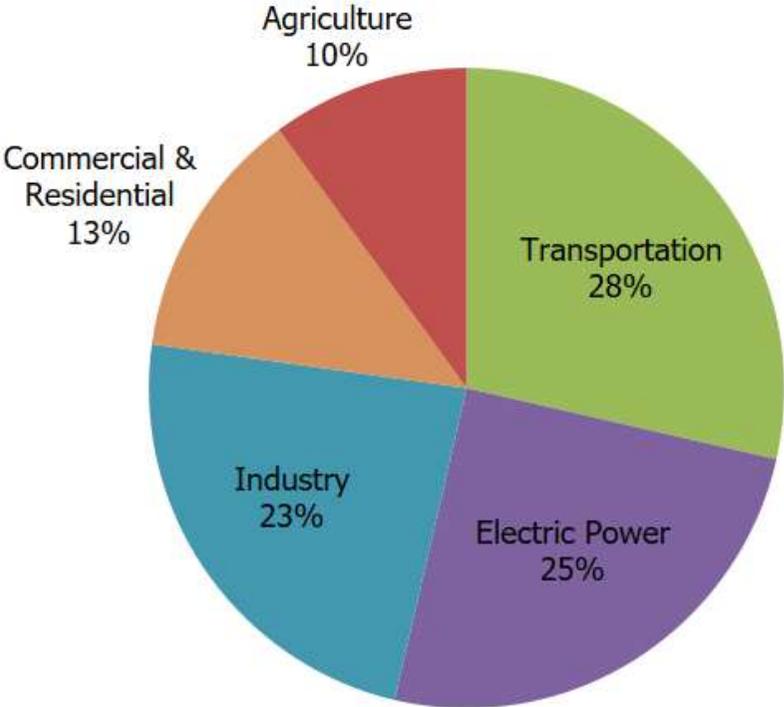
(million tonnes of CO₂ equivalents, chain linked volumes (2015) million euro)



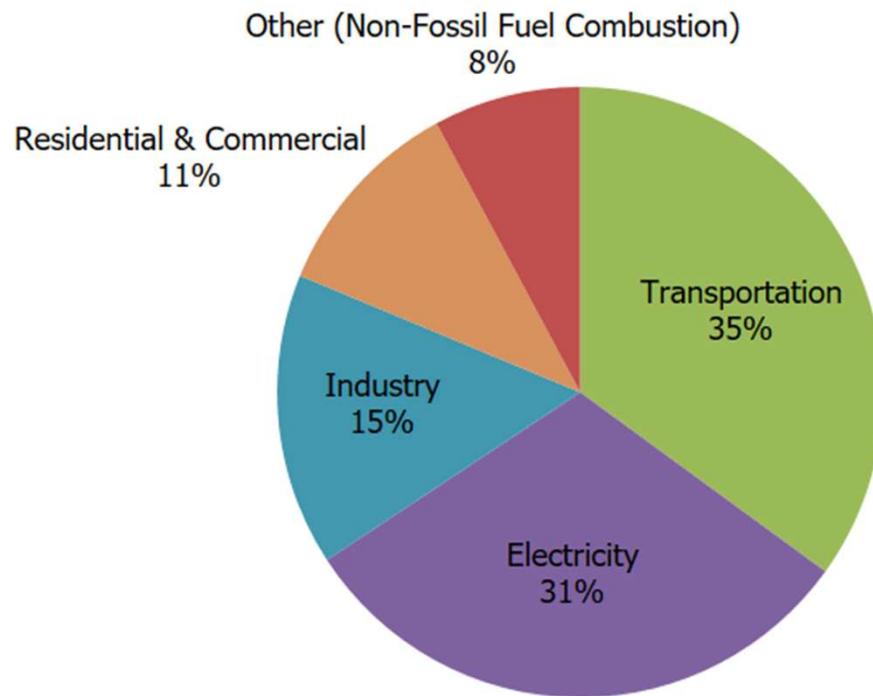
Overview of U.S. Greenhouse Gas Emissions in 2021



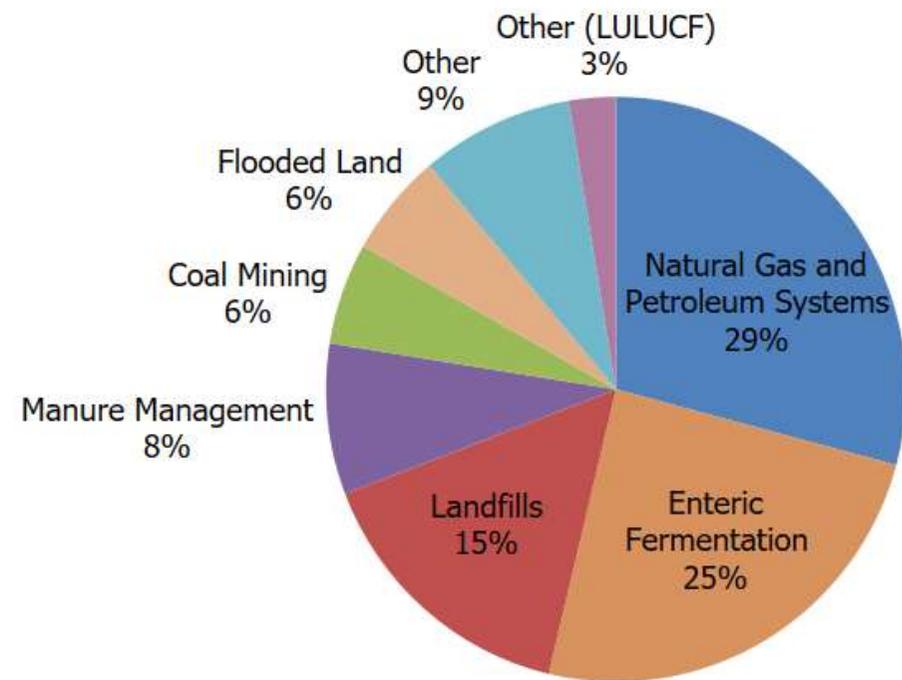
Total U.S. Greenhouse Gas Emissions by Economic Sector



U.S. Carbon Dioxide Emissions by Economic Sector

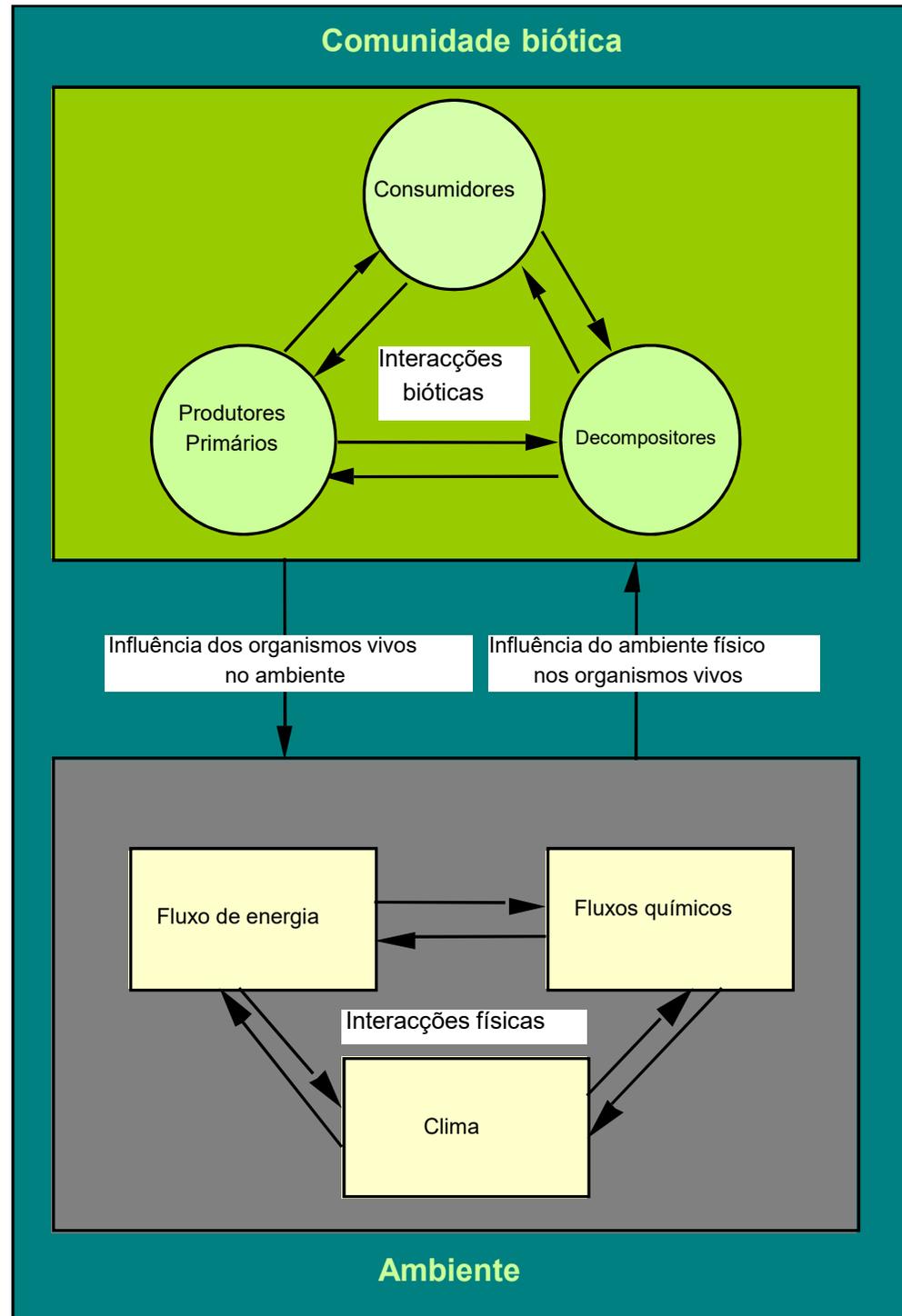


U.S. Methane Emissions by Source



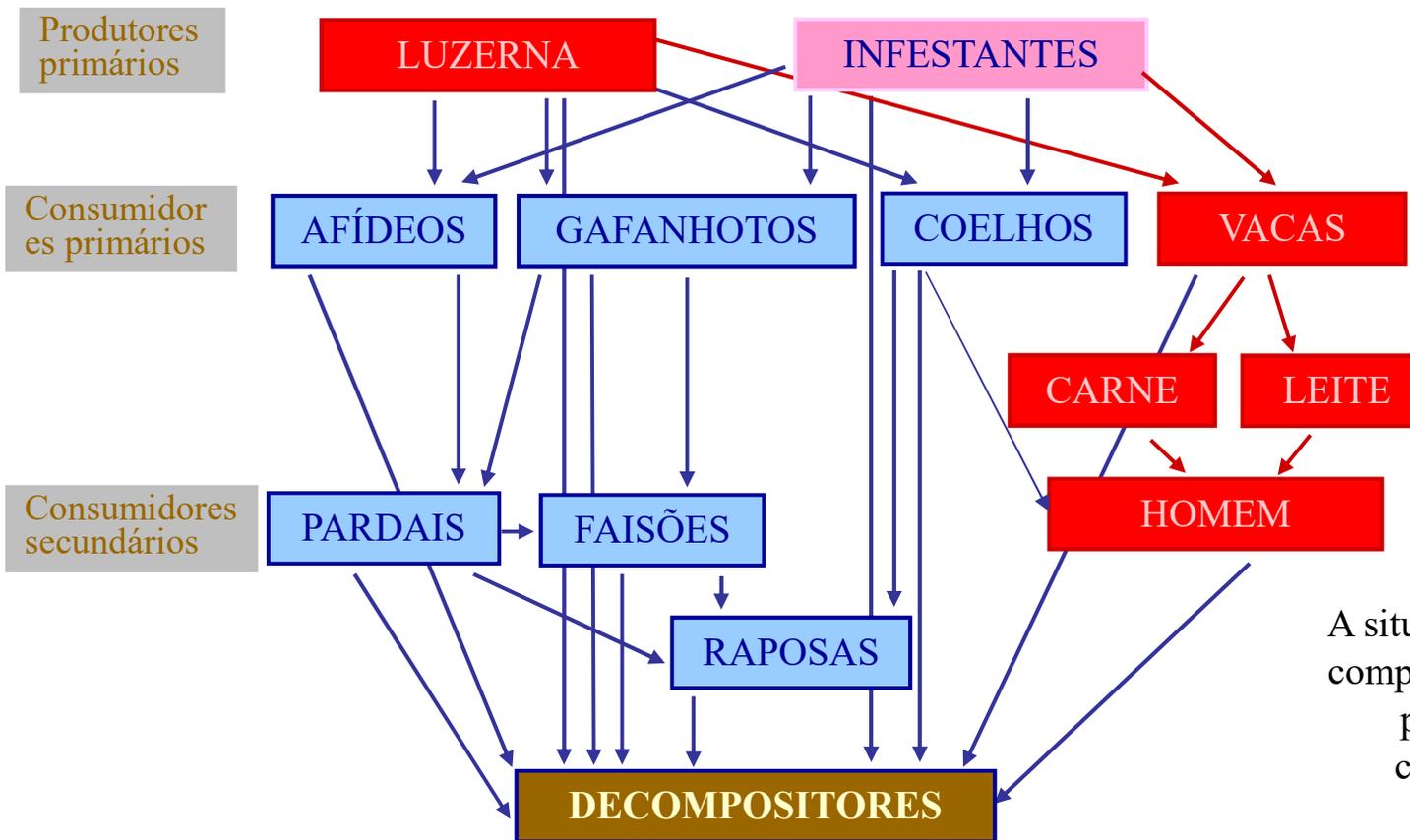
U.S. Environmental Protection Agency (2023). Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2021

O Ecossistema Agrícola



Fluxos de energia

Uma cadeia trófica num sistema agrícola simples:



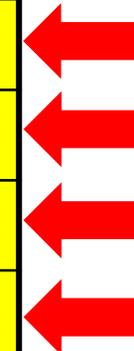
A situação torna-se mais complexa quando outras populações são consideradas na comunidade "LUZERNA":

Tipos básicos de sistemas de agricultura de acordo com a cadeia trófica envolvida

	Sistema	Exemplo
1-	Cultura-Homem	Produção de batata
2-	Cultura-Animal-Homem	Milho-Galinhas-Homem
3-	Prado-Animal-Homem	Gado em pastoreio- Carne-Homem
4-	Prado- Animal-Homem Cultura-	Gado em pastoreio com complementação-Carne- Homem
5-	<i>Cultura Industrial</i>	<i>Processamento</i>

Eficiências comparadas da transformação de alimentos pelos principais animais domésticos

Animal	Produto	Eficiência de conversão de energia (1)	Eficiência de conversão de proteína (2)
Bovinos	Carne	0.07	0.06
Bovinos	Leite	0.21	0.23
Ovinos	Carne	0.03	0.03
Suínos	Carne	0.23	0.12
Aves	Carne	0.13	0.20
Aves	Ovos	0.15	0.18

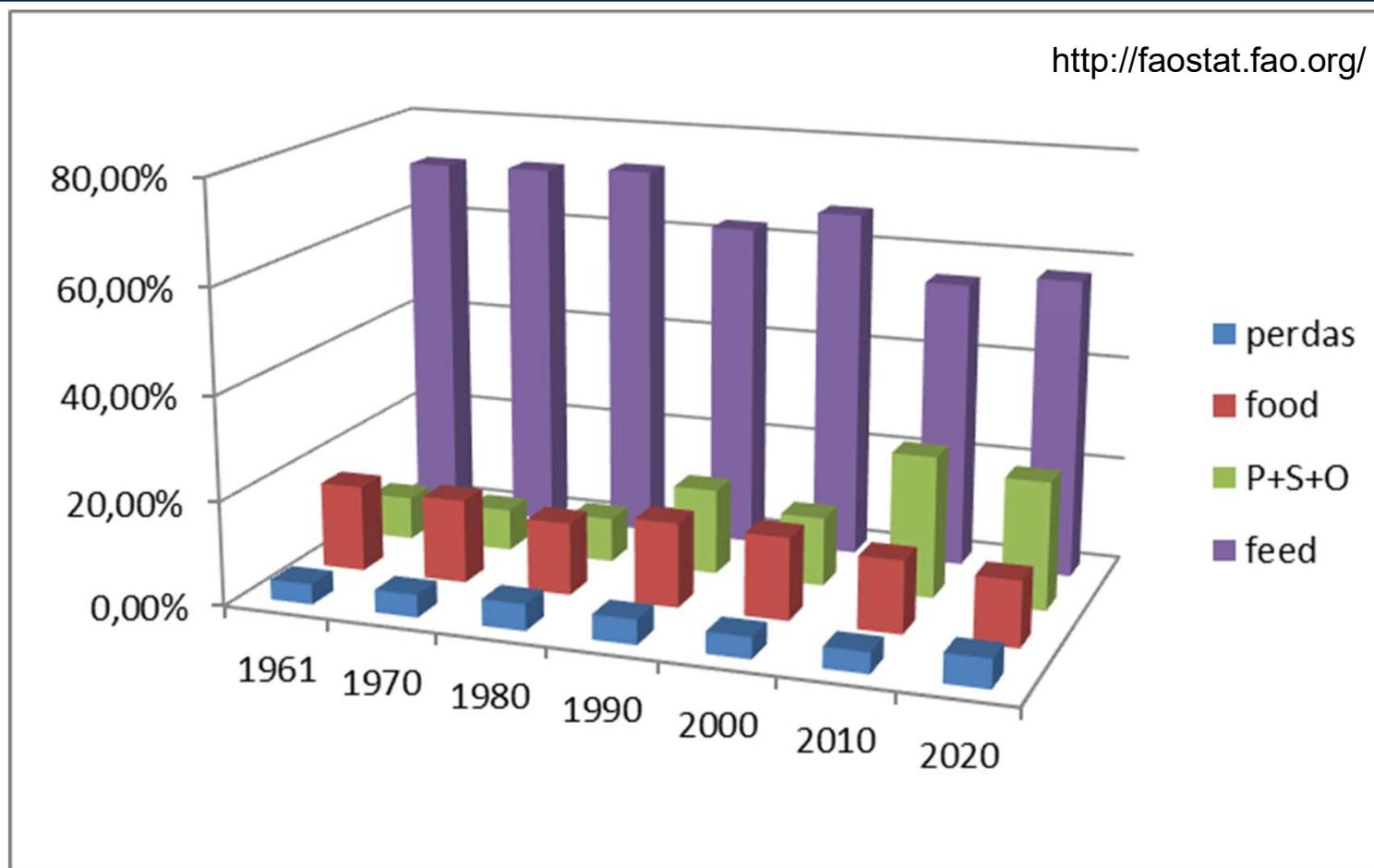


- 1) Calorias de produto edível por caloria de biomassa vegetal consumida por animal
- 2) Gramas de proteína no produto edível por grama de proteína na biomassa consumida pelo animal

Com o aumento aproximado de 154% da população mundial de 1961 a 2020 e tendo em conta o acréscimo de consumo per capita, a demanda energética de produtos alimentares de origem vegetal aumentou 234% e a de produtos animais aumentou 300%.



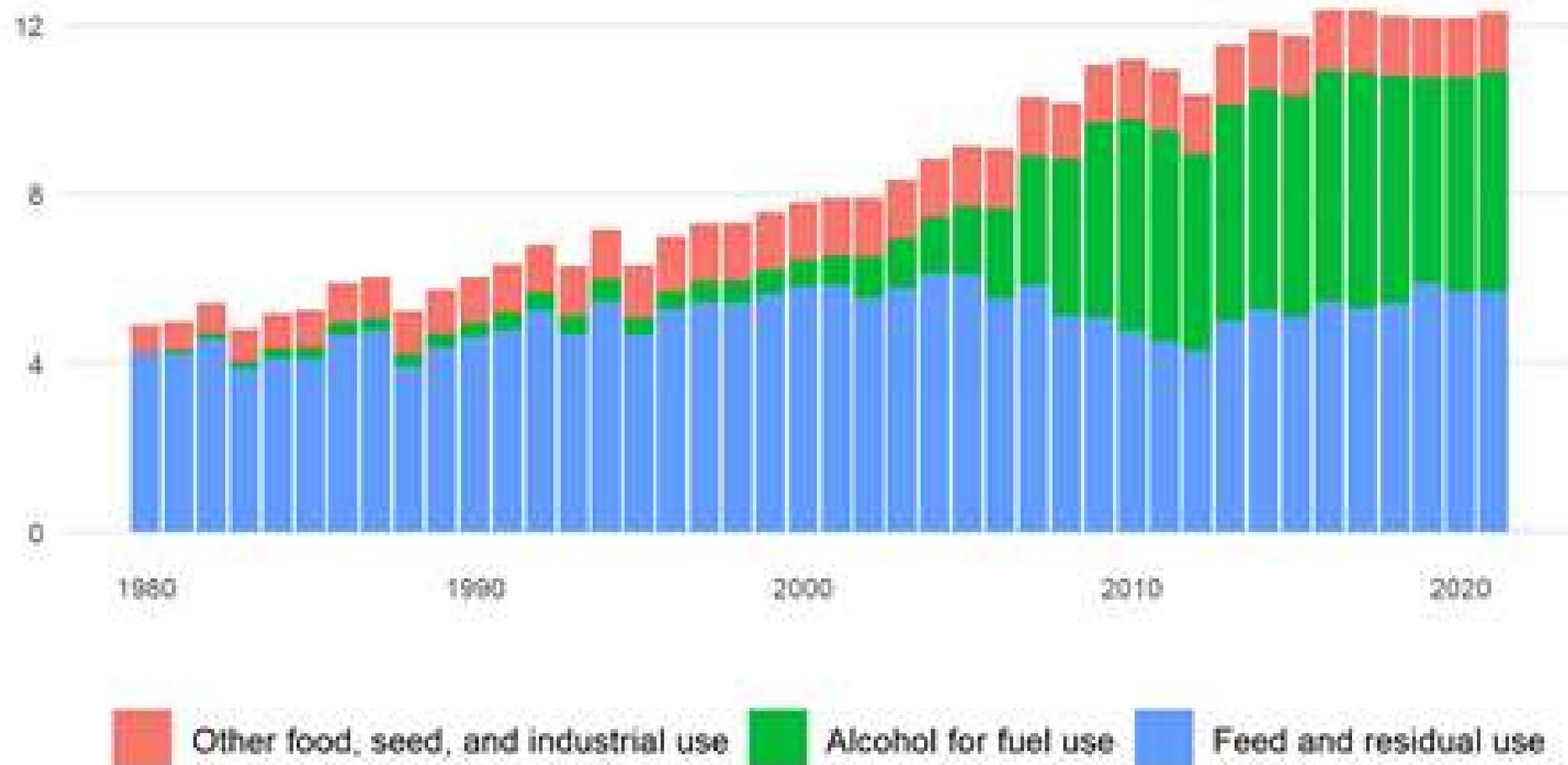
A utilização do milho (1961-2020)



A proporção para a alimentação animal baixou de 71% para 57%, a fração processada + semente + não alimentar cresceu de 8% para 25%, a proporção para a alimentação humana decresceu de 17% para 13% e as perdas subiram de 4% para 6%

U.S. domestic corn use

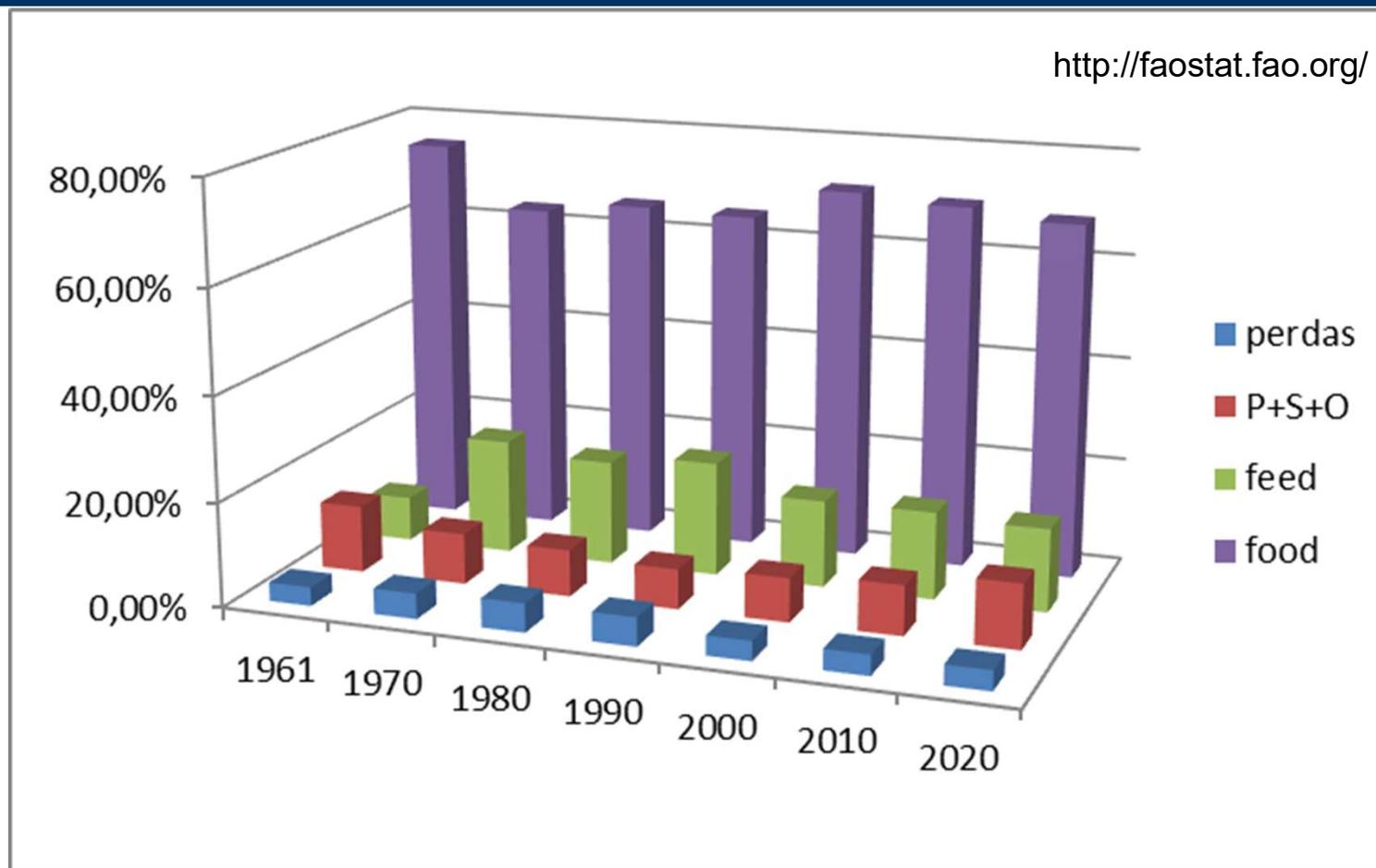
Billion bushels



Updated: June 2021.

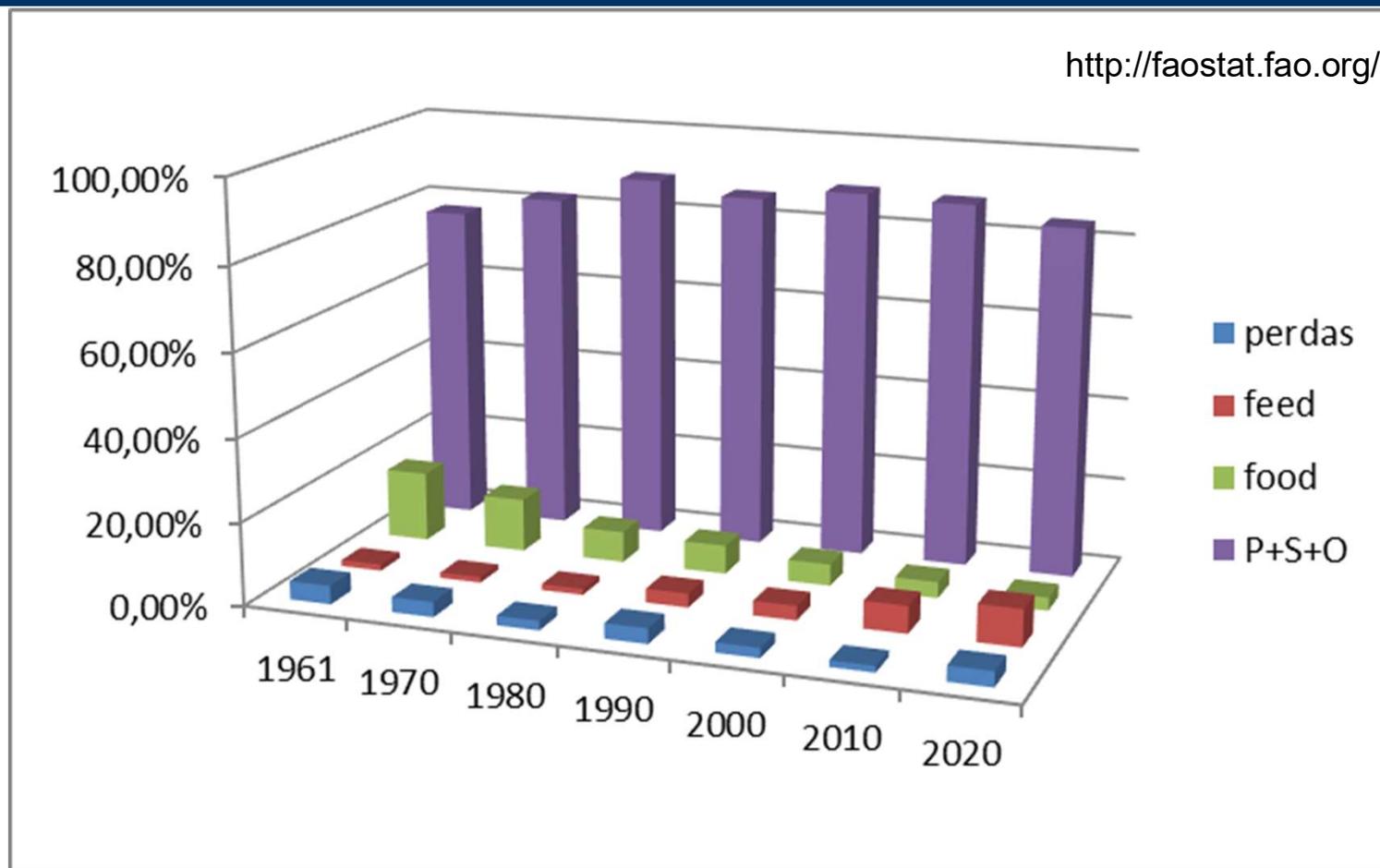
Source: USDA, National Agricultural Statistics Service.

A utilização do trigo (1961-2020)



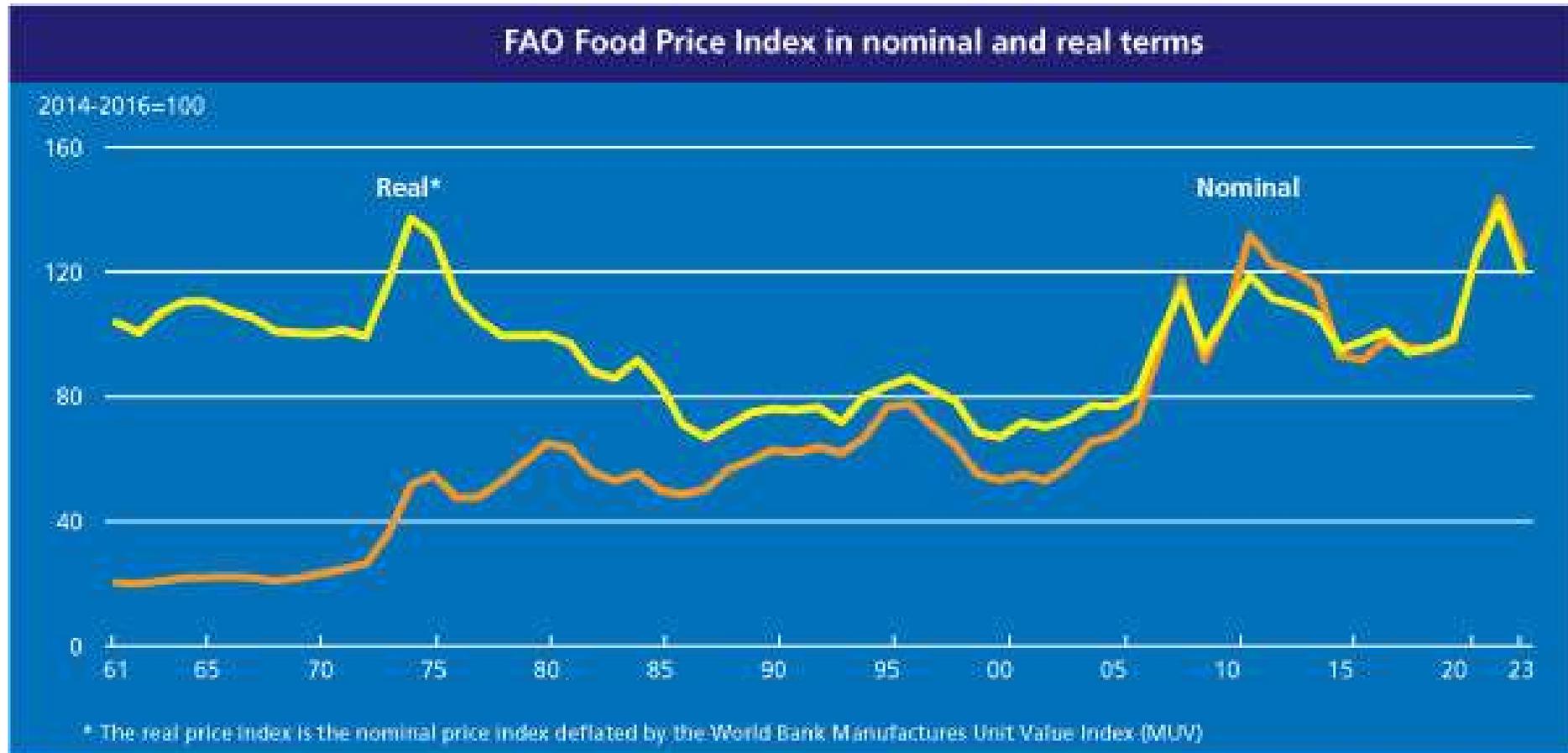
A proporção para a alimentação humana baixou de 75% para 68%, a proporção da alimentação animal cresceu em 1970 e depois tendeu a manter-se pelos 16-22%, a fração processada + semente + não alimentar desceu até 1990 e depois tem vindo a subir até 12%, e as perdas ficaram-se pelos 3.8%

A utilização da soja (1961-2020)

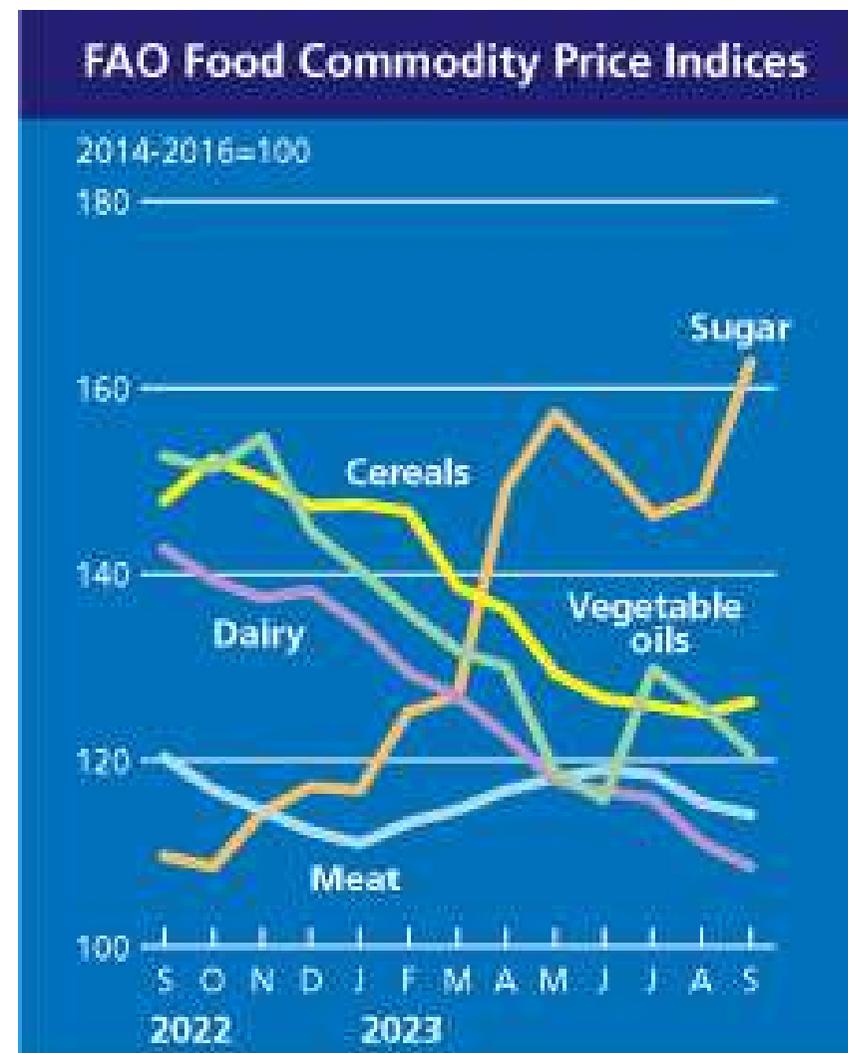
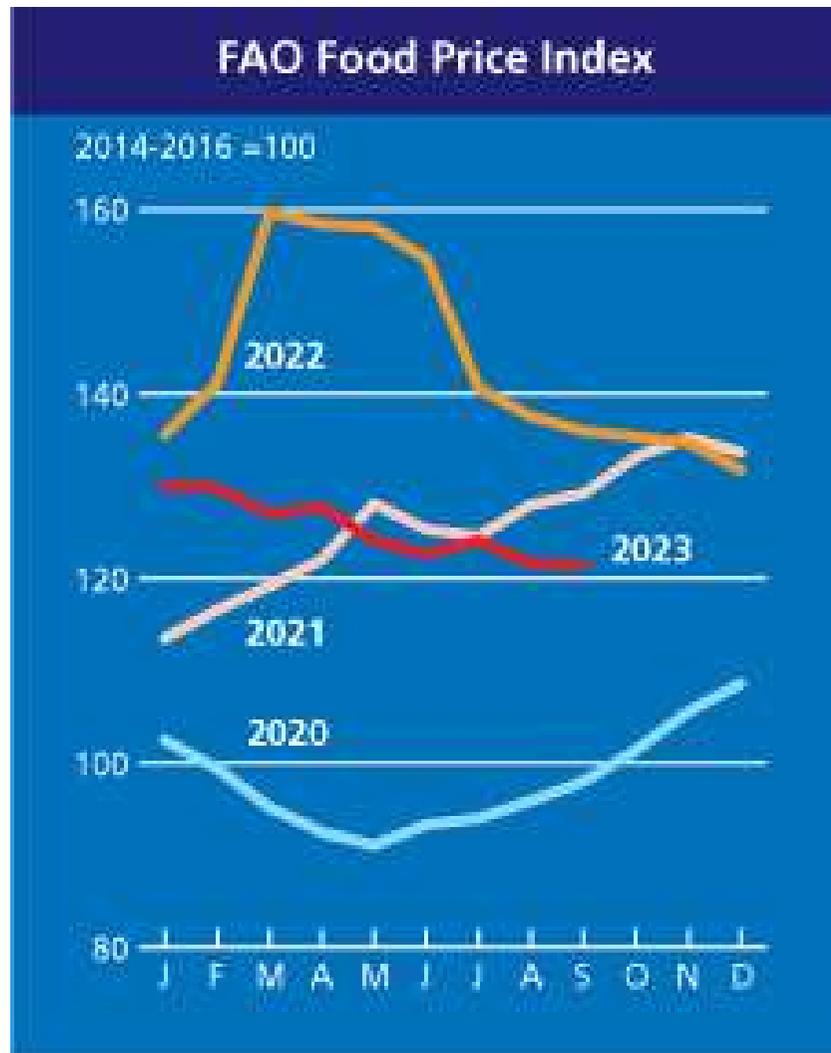


A fração processada + semente + outros cresceu de 77% para 84%, a fração para alimentação humana decresceu de 17 para 3%, a fração alimentação animal cresceu de 1% para 9% e as perdas baixaram de 4.5% para 3%.

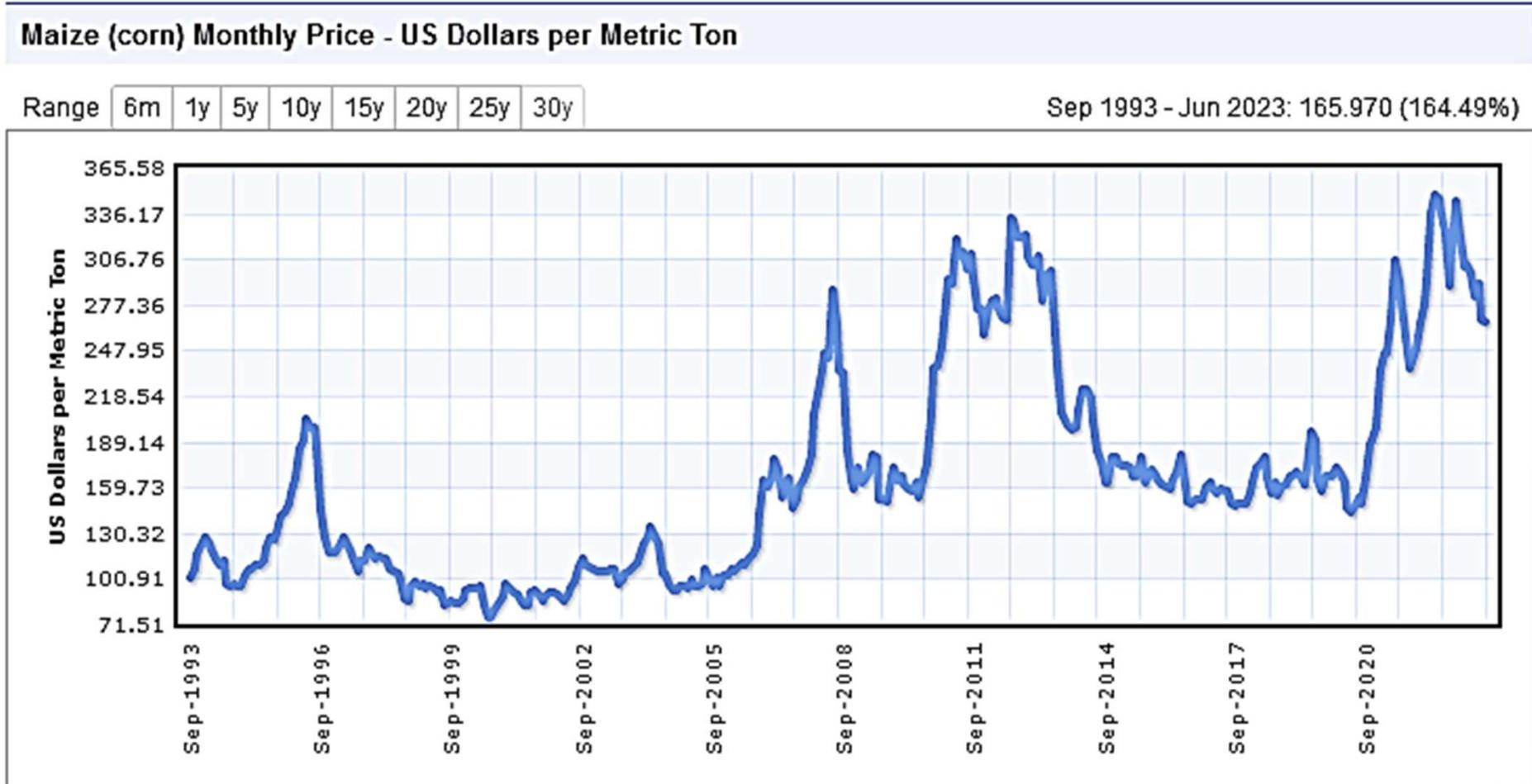
Índice FAO de preços de alimentos em termos nominais e reais



Índices FAO de preços de alimentos e de bens agrícolas



Cotações médias milho (mercado futuros)



Desafios à agricultura (I)

- 1) Até quando é que se pode esperar que a capacidade de produção agrícola pode acompanhar um acréscimo tão grande do consumo?
- 2) Até quando pode o melhoramento genético assegurar que o potencial produtivo das culturas acompanhe as necessidades crescentes de produtos agrícolas?
- 3) Sendo o acréscimo de consumo de bens alimentares de origem animal tão drástico e como a eficiência de conversão energética destes varia entre 3% e 23%, em que medida é que se pode esperar que os acréscimos de produtividade vegetal permitam sustentar essa tendência?

Desafios à agricultura (II)

- 4) O acréscimo de outras utilizações, nomeadamente para produção de etanol, em que medida irá desequilibrar o mercado?
- 5) A utilização crescente de fatores de crescimento em que medida é que pode comprometer a qualidade ambiental das principais regiões agrícolas?
- 6) A haver um desacompanhamento entre a oferta e a procura de bens alimentares, como é que a sociedade irá ultrapassar o agravamento do seu custo?

O futuro da agricultura (I)

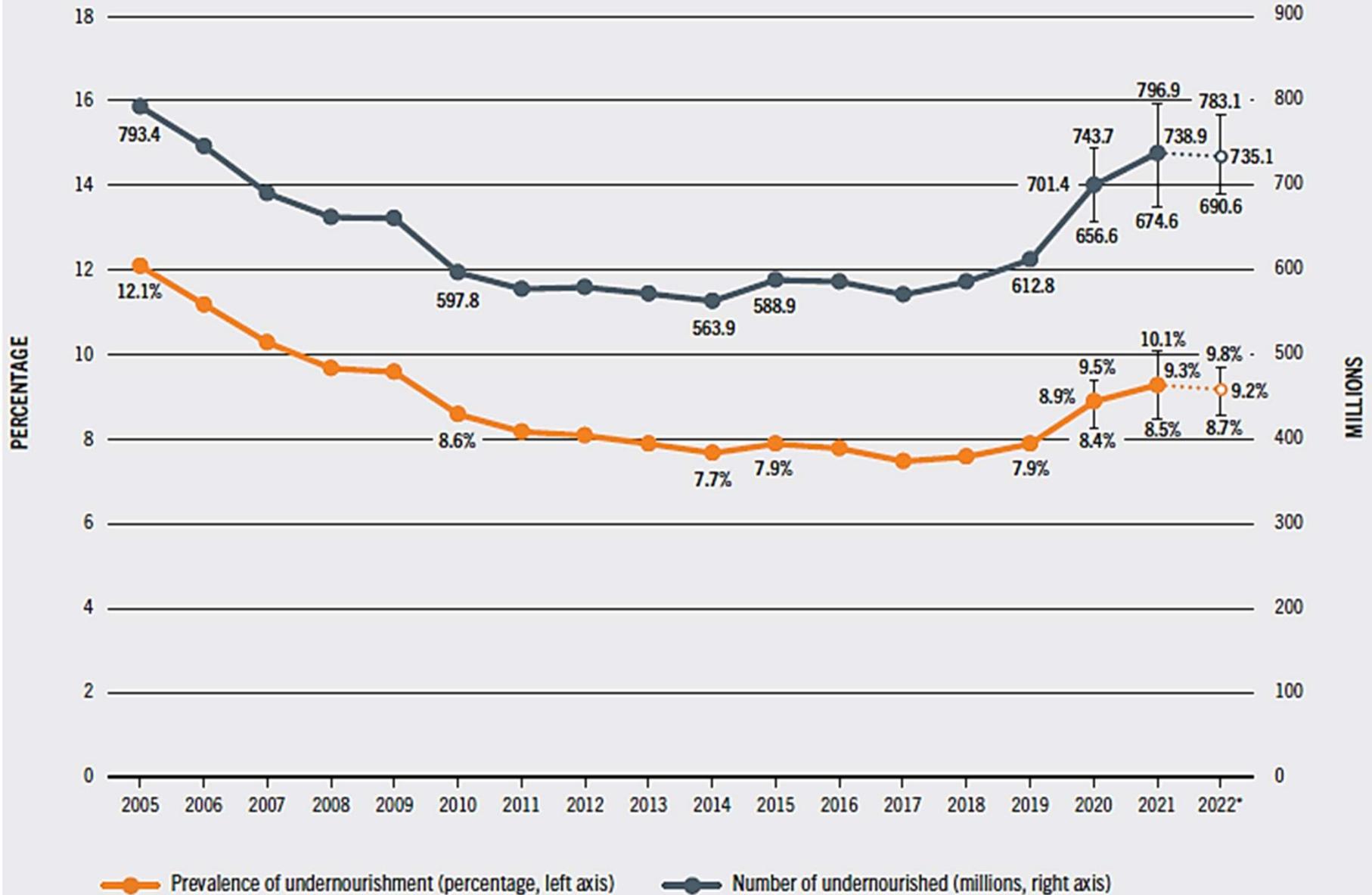
- Mais procura (mais população e maior consumo de alimentos e outros produtos *per capita*);
- Mais produção (+ produtividade, + área cultivada e maior número de animais);
- Melhor qualidade da produção;
- Mais versatilidade;
- Diminuição dos custos de produção;
- Maior fluxo de produtos;

O futuro da agricultura (II)

- Maior pressão sobre o ambiente;
- Maior pressão do ambiente;
- Maior desenvolvimento dos países com economias emergentes, embora as assimetrias tendam a agravar-se em países politicamente muito instáveis;
- Centros de decisão poderão migrar de continente;
- Diminuição da % de população agrícola;
- Mas a subnutrição voltou a crescer desde 2015 e ainda está muito acima dos níveis pré-pandémicos;

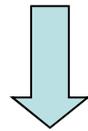
FIGURE 1 GLOBAL HUNGER REMAINED VIRTUALLY UNCHANGED FROM 2021 TO 2022 BUT IS STILL FAR ABOVE PRE-COVID-19-PANDEMIC LEVELS

<http://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/en/>



O futuro da agricultura (III)

- Competição pelo preço;
- Menos protecionismo;
- Mercado mais aberto (centro de consumo mais longe do centro de produção);
- Preço dos produtos agrícolas?



Depende do equilíbrio entre a procura e oferta, o que, atualmente, está a decrescer, mas não é certo por quanto tempo.