

Diagnóstico e reposicionamento político e estratégico da agricultura tropical¹

Explorando barreiras históricas, naturais e caminhos para transformação da agricultura tropical em referência de desenvolvimento global

Leandro Gilio²

Gabriela Mota da Cruz³

Hugo Jacques Kennedy⁴

Victor M. Cardoso⁵

Alberto Pfeifer⁶

Luiz Arthur Chiodi Pereira⁷

Marcos Sawaya Jank⁸

Resumo

A agricultura tropical enfrenta o desafio de aumentar a produção de alimentos e garantir segurança alimentar, enquanto lida com fragilidades naturais e estruturais, dependência de insumos externos, e grande vulnerabilidade às mudanças climáticas. A região possui vantagens, como alta radiação solar, disponibilidade de terras e recursos hídricos, além de posicionamento estratégico no comércio alimentar global. No entanto, para avançar, necessita aprofundar e perpetuar investimentos que conciliem avanços em produtividade e sustentabilidade, o que pode ser realizado com fortalecimento da inovação tecnológica adaptada às condições, aliado a ações públicas e privadas que ampliem o acesso a crédito, difusão de tecnologias e investimentos, além de insumos adequados às características tropicais. Modelos bem-sucedidos na América Latina e Ásia, em especial no Brasil, lograram grande aumento de produtividade e desenvolvimento de práticas conservacionistas, oferecendo lições relevantes. No entanto, ainda são necessárias ações estratégicas com o objetivo de se atingir a autonomia produtiva e integração internacional das regiões tropicais, em especial à África Subsaariana, que serão cruciais para atender às demandas locais e globais, presentes e futuras, considerando o rápido crescimento populacional da zona intertropical.

1. INTRODUÇÃO

A região tropical, delimitada pela faixa entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, compreende países com um papel estratégico no sistema agroalimentar global, abrigando uma parcela significativa dos recursos naturais essenciais para a produção de alimentos, incluindo aproximadamente 40% das terras aráveis e 52% dos recursos hídricos disponíveis no planeta (Banco Mundial, 2025; FAO, 2025). Apesar desse potencial, há grande desigualdade em termos produtivos e fatores estruturais, climáticos e institucionais que têm historicamente restringido o uso eficiente desses recursos, dificultando a implementação de modelos produtivos mais eficazes e adaptados à diversidade da região.

¹ Este estudo trata-se de uma versão preliminar de um trabalho realizado pelo Insper Agro Global dentro da iniciativa de pesquisa colaborativa “Rede Inteligência Agricultura e Clima”, articulada pelo Instituto Clima e Sociedade (iCS) como parte de ações voltadas à COP30.

² Professor e pesquisador do Insper Agro Global

³ Professora e pesquisadora do Insper Agro Global

⁴ Pesquisador do Insper Agro Global

⁵ Pesquisador do Insper Agro Global

⁶ Pesquisador associado do Insper Agro Global

⁷ Assistente de pesquisa do Insper Agro Global

⁸ Professor sênior e coordenador do Insper Agro Global

Como resultado, a insegurança alimentar permanece como um desafio crítico regional, especialmente na África Subsaariana (SSA), onde baixos índices de produtividade agrícola estão associados a questões climáticas, tecnológicas, insuficiência de capital, práticas agrícolas inadequadas, além de legados históricos de colonialismo e isolamento geográfico (Byerlee et al., 2002). Esses fatores acentuam desigualdades socioeconômicas e aumentam os impactos ambientais, perpetuando ciclos de pobreza em uma região com rápido crescimento populacional – a zona tropical representará cerca de 56% da população mundial até 2050 (ONU, 2025).

Apesar dessas questões, casos de sucesso em ambiente de agricultura tropical oferecem insights importantes. O Brasil, por exemplo, consolidou-se como um importante produtor agrícola no cinturão tropical ao incorporar inovações tecnológicas, ampliar a produtividade em larga escala e gerar excedentes alimentares (Chaddad, 2015; Vieira-Filho; Fishlow, 2017). Países asiáticos como Índia, Vietnã, Indonésia e Bangladesh vivenciaram significativos avanços em produtividade agrícola após a Revolução Verde, baseada em ampla tecnificação de pequenas propriedades rurais (Hazell, 2009). Tais modelos oferecem lições valiosas, apontando caminhos estratégicos para o desenvolvimento da agricultura tropical em contextos mais amplos. No entanto, as experiências pregressas também indicam que replicação e escalabilidade de modelos de produção dependem de ações direcionadas para superar barreiras específicas de cada região — sejam elas históricas, institucionais, agroecológicas ou tecnológicas.

Este estudo tem como objetivo analisar o estado atual da agricultura tropical, avaliando criticamente seu desenvolvimento e identificando seus principais entraves e potencialidades. A partir de uma abordagem baseada em evidências, propõe-se discutir questões que envolvam o posicionamento da região como protagonista e provedora de uma agricultura sustentável e produtiva, capaz de atender à crescente demanda alimentar local e global e, ao mesmo tempo, amparar o desenvolvimento socioeconômico regional.

2. MÉTODO

Trata-se de um estudo de caráter exploratório e descritivo, fundamentado em uma revisão narrativa da literatura científica e técnica, amparada em dados e pesquisa documental. As análises basearam-se em dados secundários obtidos em publicações acadêmicas, relatórios de agências especializadas e fontes digitais, além de bases internacionais como ONU, FAOSTAT, Banco Mundial, UN Comtrade e Global Forest Watch.

2.1. Objeto de análise e definição de “Agricultura Tropical”

Apesar de amplamente utilizada, a expressão “agricultura tropical” não possui uma definição única. Seu uso remonta ao período colonial, quando as potências europeias moldaram práticas agrícolas na América Latina e na África Ocidental para atender economias voltadas à exportação (Buelens et al., 2016). Desde então, o conceito passou a refletir não apenas condições geográficas e climáticas, mas eventualmente também dinâmicas políticas e socioeconômicas. Do ponto de vista ecológico, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) caracteriza a agricultura tropical a partir de condições agroclimáticas típicas — alta pluviosidade, solos de baixa fertilidade, umidade e incidência de pragas e doenças — que exigem sistemas de produção altamente adaptados. A Tropical Agriculture Platform (TAP), iniciativa do G20 relacionada à FAO, delimita agricultura tropical

àquela praticada em países de baixa e média renda, situados majoritariamente entre os paralelos de 23,5° N e 23,5° S (FAO, 2025).

No que se refere à classificação climática, é bastante difundida a *Köppen Climate Classification* (Köppen, 1936), que caracteriza como clima tropical as regiões que compreendem florestas tropicais úmidas (caracterizadas por alta umidade e chuvas distribuídas ao longo do ano); clima monçônico tropical (chuvas muito intensas em certos períodos) e clima tropical de savana (estações diferenciadas de chuvas e secas). Em geral, estudos da literatura científica associam a agricultura tropical às regiões de ocorrência de clima tropical.

Neste estudo, “agricultura tropical” é definida como as atividades agrícolas desenvolvidas em países localizados total ou majoritariamente entre os trópicos de Câncer (23,5°N) e Capricórnio (23,5°S), bem como aqueles cujo território se enquadra predominantemente em zonas de clima tropical segundo a classificação de Köppen (1936). Para privilegiar condições físicas e produtivas, não foram adotados critérios de renda ou nível de desenvolvimento agrícola. A lista de países e os agrupamentos regionais utilizados encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1. Lista de países classificados como tropicais para o estudo

América Latina:	África (SSA):	Ásia-pacífico:
Belize	Angola	Bangladesh
Bolívia	Benin	Camboja
Brasil	Burundi	Índia
Colômbia	Camarões	Indonésia
Costa Rica	Costa do Marfim	Filipinas
Equador	Etiópia	Tailândia
El Salvador	Gabão	Laos
Guatemala	Gana	Malásia
Guiana	Guiné	Mianmar
Honduras	Libéria	Vietnã
Haiti	Madagascar	Timor leste
Nicarágua	Malawi	Papua Nova Guiné
Panamá	Moçambique	Fiji
Paraguai	Nigéria	Vanuatu
Peru	Quênia	Ilhas Salomão
República Dominicana		
Suriname		
Venezuela		

Fonte: elaboração própria.

3. PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA

A “Revolução Verde”, iniciada em meados do século XX, marcou um ponto de inflexão na produtividade agrícola, especialmente em regiões da Ásia-Pacífico e da América Latina. Esse movimento ampliou a oferta de alimentos para consumo interno e propiciou a geração de excedentes exportáveis, com destaque ao ocorrido no Brasil (Hazell, 2009; Ameen; Raza, 2017). O processo teve origem na década de 1940, como parte das iniciativas do Plano Marshall lideradas pelos EUA e a ONU para o contexto europeu do pós-guerra (Barros, 2022). Posteriormente, sua disseminação para países em desenvolvimento foi impulsionada por parcerias entre setores públicos, privados, reforçadas pela conferência de 1967 “*The World Food Problem: Private Investment and Government Cooperation*”, que enfatizou a cooperação

governamental e os investimentos privados no combate à insegurança alimentar (Edens, 2021; Barros, 2022).

A colaboração entre entidades norte-americanas, universidades e empresas de tecnologia agrícola locais, como o caso da Embrapa no Brasil, desempenhou um papel fundamental na intensificação do uso da terra e no crescimento da agropecuária (USAID, 2016; Barros, 2022). Esse avanço enfrentou temores como uma visão “malthusiana” propagada nos anos 1950, que previa escassez de alimentos diante do aumento populacional global. Entre 1950 e 2000, a produção mundial de cereais triplicou, a área cultivada aumentou apenas 30%, enquanto a população global dobrou (Pingali, 2012).

Na SSA, contudo, os efeitos da Revolução Verde foram mais limitados. Embora a produção de grãos tenha crescido desde os anos 2000, os níveis continuam muito abaixo dos observados em outras regiões. As tabelas 1 e 2 ilustram essa diferença, mostrando a evolução da produção de cereais selecionados (trigo, arroz, milho e soja) e de proteínas animais em países tropicais, em comparação ao restante do mundo.

Tabela 1. Evolução da produção de grãos e cereais selecionados em toneladas

	1974	1980	1990	2000	2010	2024	CAGR (% a.a.)
World (total)	924.9	1195.4	1,526.2	1,749.5	2,215.9	2,988.7	2.2%
Asia-Pacific	124.6	169.1	234.3	308.1	368.9	500.8	2.5%
Latin America (total)	31.0	55.0	62.0	107.9	177.1	357.0	4.6%
<i>Latin America (ex. Brazil)</i>	7.05	8.7	12.2	18.3	29.2	39.9	3.5%
<i>Brazil</i>	24.0	46.3	50.2	89.6	147.9	317.1	4.7%
Africa	15.0	18.9	28.4	34.5	58.1	92.8	3.7%
ROW	754.3	952.5	1201.6	1,299.0	1,611.9	2,038.1	1.9%

Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA (2025). *Nota: grãos e cereais selecionados referem-se à produção de soja, milho, trigo e arroz, que compuseram 89,5% da ingestão calórica diária per capita de cereais e oleaginosas no mundo em 2022, segundo dados da FAO (2025).

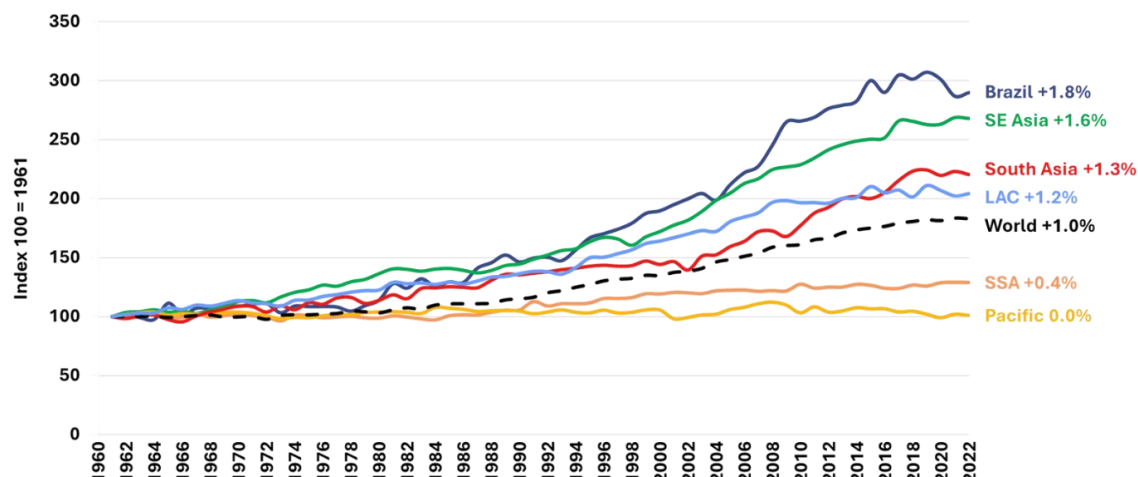
Tabela 2. Evolução da produção de carnes* em toneladas

	1974	1980	1990	2000	2010	2024	CAGR (% a.a.)
World (total)	87.2	115.2	151.0	192.2	239.0	281.8	2.4%
Latin America (total)	4.9	8.4	10.9	17.9	29.2	37.9	4.2%
<i>Latin America (ex. Brazil)</i>	1.5	2.9	2.5	3.4	4.4	6.5	3.0%
<i>Brazil</i>	3.4	5.5	8.4	14.5	24.8	31.4	4.6%
Asia-Pacific	1.4	1.9	4.6	8.4	14.4	17.8	5.2%
Africa	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	4.4%
ROW	77.8	98.0	128.3	165.7	195.3	225.8	2.2%

Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA (2025). *Nota: carnes refere-se à produção total de carnes de bovinos, frangos e suínos.

O limitado alcance da Revolução Verde na SSA é evidenciado pela relativa estagnação da produtividade total dos fatores de produção da agricultura – utilizado neste estudo como referência de evolução de produtividade relativa, de um modo mais amplo –na SSA desde a década de 1960, enquanto os índices da América Latina e Ásia evoluíram bem acima da média global, com o Brasil na liderança (Figura 1). Tal fato é crucial à baixa disponibilidade de alimentos per capita na SSA, influenciando na perpetuação de quadros de pobreza e de desnutrição.

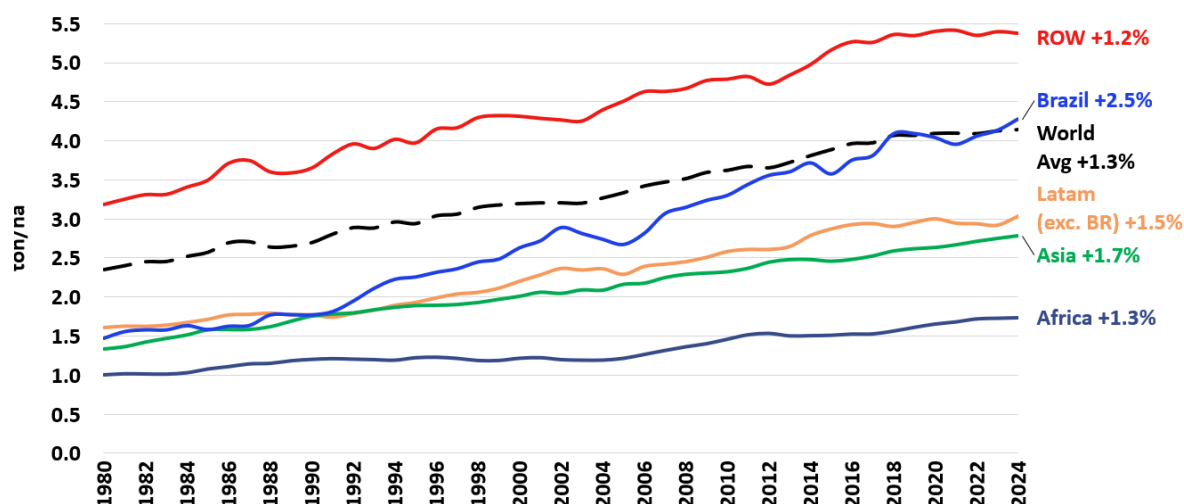
Figura 1. Produtividade total dos fatores de produção na agricultura em regiões selecionadas*



Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA ERS (2025). *Nota: regiões selecionadas como aproximação para as regiões tropicais, respeitando as classificações da USDA. No entanto, cada região pode conter alguns países não considerados dentro da classificação de "Agricultura Tropical" adotada neste presente estudo.

O avanço da produtividade agrícola pós-Revolução Verde baseou-se na adoção de tecnologias modernas, como sementes melhoradas, fertilizantes, defensivos químicos e irrigação (Hazell, 2009; Ameen; Raza, 2017). Na América Latina e Ásia, o êxito no crescimento agrícola é associado a políticas públicas que fomentaram pesquisa, infraestruturas, assistência técnica, financiamento e até garantia de mercados (Pingali, 2012). Na SSA, entretanto, a evolução foi tardia e inconstante, com desafios estruturais e de governança comprometem a ação de políticas agrícolas contínuas e eficazes (Poulton; Kydd; Dorward, 2006). A Figura 2 demonstra essa evolução histórica, indicando que a produtividade agregada de grãos considerados (milho, arroz, trigo e soja) na região ainda não atingiu patamar equivalente de países mais desenvolvidos de regiões temperadas (Figura 2), com apenas o Brasil atingindo resultados acima da média global.

Figura 2. Produtividade agrícola agregada dos grãos e oleaginosas selecionados*, por regiões e países



Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA (2025). *Nota: grãos inclui apenas arroz, grãos de soja e milho.

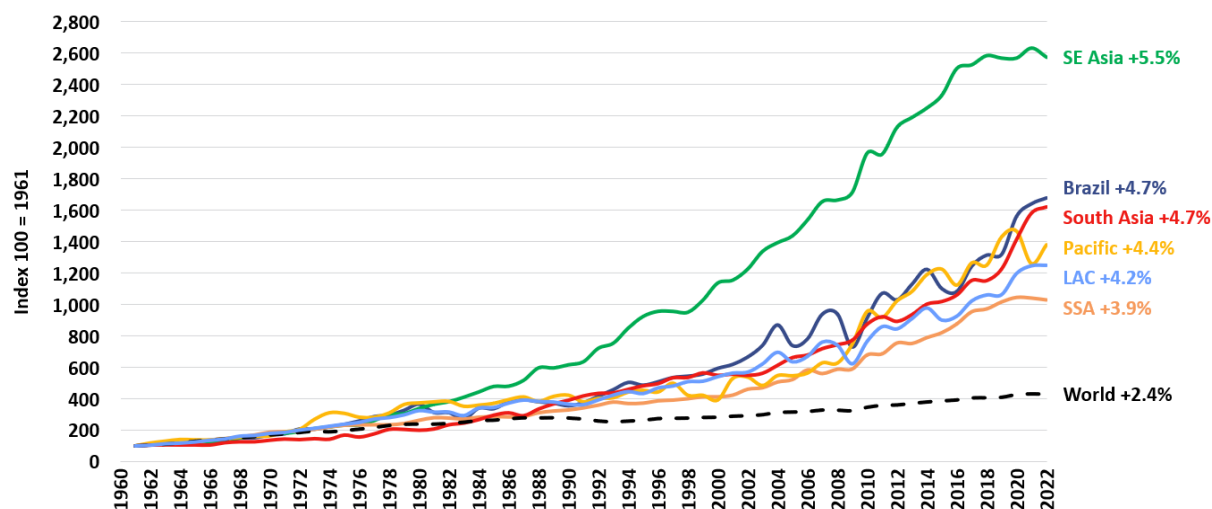
A limitada infraestrutura de pesquisa na SSA é um dos principais entraves. Por exemplo, enquanto os EUA possuem cerca de 134 estações de pesquisa por 100 mil agricultores, o Quênia, Gana e Malawi possuem apenas 0,22, 0,28 e 0,34, respectivamente (Beintema; Stads, 2017). Esse subfinanciamento, associado à alta rotatividade de profissionais e serviços de extensão frágeis, prejudica o progresso agrícola. Estratégias como pesquisa participativa e descentralização surgem como possíveis soluções para adaptar tecnologias às realidades locais (Banco Mundial, 2008).

Adaptar tecnologias e culturas como trigo, milho, arroz e soja às especificidades locais foram essenciais à Ásia e à América Latina (Hazell, 2009; Pingali, 2012; Vieira-Filho; Fishlow, 2017). No entanto, o uso de muitas das tecnologias agrícolas na SSA, via de regra, desconsiderou condições locais, seguindo recomendações genéricas, como é o caso do uso de fertilizantes em medidas padronizadas, ignorando características de solos (Jayne e Rashid, 2013). No norte de Gana, por exemplo, a variedade de milho comumente utilizada foi originalmente adaptada para condições sul-africanas, o que ilustra o desalinhamento existente entre tecnologia e especificidade (Van Asselt et al. 2020). Essa desconexão é agravada pela variabilidade dos solos, umidade e mudanças climáticas, associadas à infraestrutura precária e inconsistências políticas em alguns países (Byerlee et al., 2022).

Ainda com relação ao uso de insumos, o aumento ocorreu majoritariamente por meio de importações, uma vez que o segmento “pré-porteira” do agronegócio dessa região não acompanhou o crescimento da demanda produtiva, ampliando a dependência internacional. De 2000 a 2024, as taxas médias anuais de crescimento das importações de fertilizantes na SSA, Ásia e América Latina foram expressivamente maiores que a média global (12,4%, 7,2% e 6,5%, respectivamente, contra 4,4% na média global) (TDM, 2025). Com isso, o custo dos insumos e sua volatilidade, especialmente fertilizantes, passa a ser um dos obstáculos: a importação representa mais de 60% da demanda na SSA, com preços que podem chegar ao dobro dos praticados em países desenvolvidos (IFDC, 2016).

Infraestruturas logísticas deficientes intensificam esses desafios, aumentando os custos e limitando a conectividade entre agricultores e mercados, o que reforça, inclusive, a própria dificuldade de desenvolvimento local e dependência das importações de alimentos finais (FAO, 2015; Sheahan; Barrett, 2017). A evolução do uso de insumos por região é representada na Figura 3, indicando um atraso maior da SSA com relação às demais regiões tropicais.

Figura 3. Evolução do índice de insumos (fertilizantes e rações) por região, entre 1961 e 2022, em base 100 = 1961



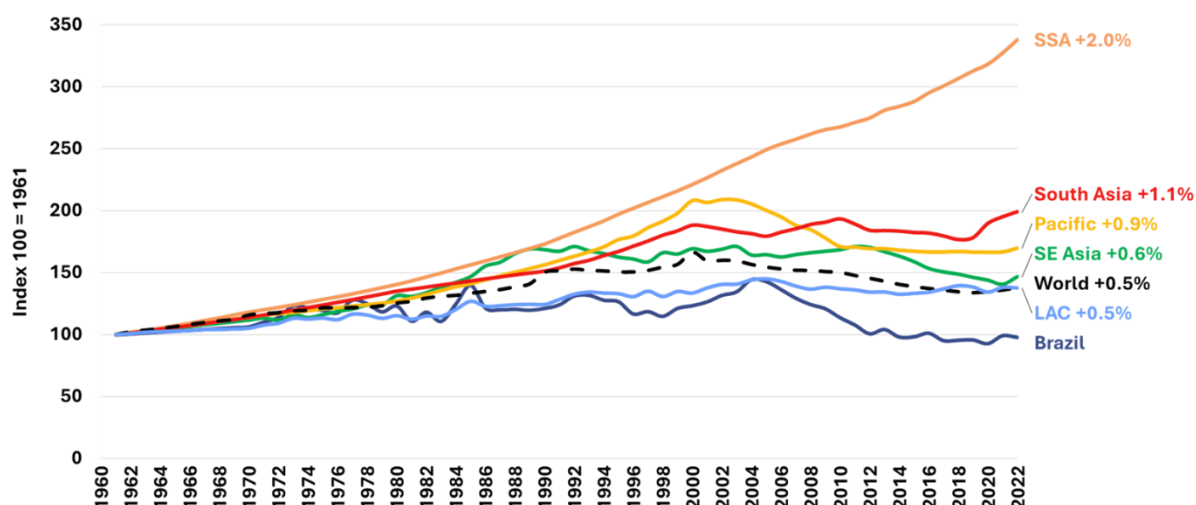
Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA ERS (2025). Nota*: índice baseado no uso de fertilizantes (NPK) e rações para animais em base 100.

Adicionalmente, o acesso à irrigação permanece insuficiente, com apenas 6% das terras agricultáveis da SSA irrigadas, em comparação aos 37% na Ásia (FAO, 2020). Tecnologias promissoras, como irrigação por gotejamento e sistemas movidos a energia solar, têm demonstrado potencial, mas ainda enfrentam desafios à implementação e limitações financeiras para investimentos (You et al., 2011).

Assim, embora a Revolução Verde tenha impulsionado avanços significativos, ela também revelou limitações quanto à replicabilidade de modelos, particularmente na SSA. Promover avanços contínuos na produtividade agrícola depende da adoção de estratégias a longo prazo e que considerem as especificidades locais, o que não ocorreu na região.

No que se refere à intensidade de mão de obra, verifica-se queda na demanda por trabalhadores em países que apresentam maior evolução da produção (Figura 4). Apesar das diferenças de modelos de desenvolvimento - como no Brasil, onde o modelo produtivo é predominantemente baseado em grandes propriedades altamente tecnificadas e poucas culturas, ou na Ásia, onde organizações familiares em pequenas propriedades são mais comuns - a tendência de diminuição da intensidade de mão de obra na agropecuária é uma característica comum, em um processo de substituição de trabalho por capital, com mecanização e uso de tecnologias mais avançadas (Garcia, 2014). Essa tendência, contudo, é menos evidente na SSA, refletindo as limitações da região na adoção de tecnologias agrícolas em escala.

Figura 4. Índice de trabalho – intensificação de trabalhadores ocupados na atividade agropecuária*



Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA (2025). *Nota: índice calculado com base no número de adultos economicamente ativos (homens e mulheres) empregados principalmente na agricultura.

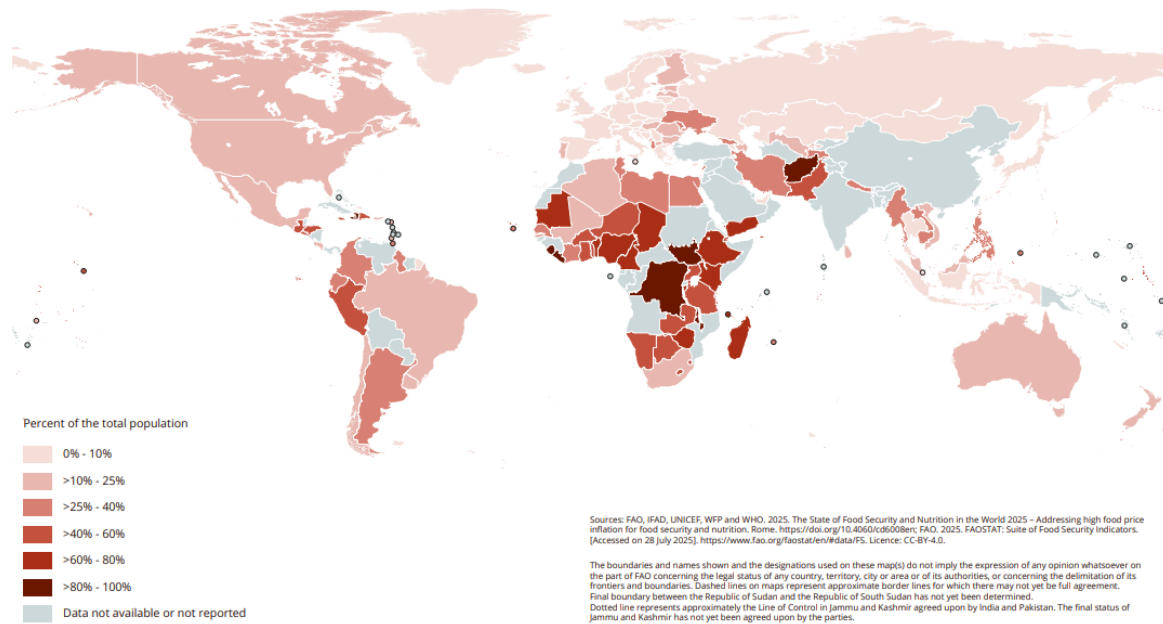
O processo de modernização não apenas transforma a dinâmica produtiva no setor agropecuário, mas também reforça a hegemonia de sistemas agrícolas intensivos em capital. Isso favorece uma especialização produtiva em atividades frequentemente menos intensivas em trabalho, que como consequência favorecem a exclusão de produtores que não acompanham padrões tecnológicos emergentes (Garcia, 2014; Blanco & Raurich, 2022). Esse cenário está associado também ao avanço do processo de urbanização em muitas dessas regiões, embora as disparidades permaneçam mais evidentes na SSA.

4. SEGURANÇA ALIMENTAR E RELAÇÃO DE PRODUÇÃO, CONSUMO E COMÉRCIO GLOBAL DE ALIMENTOS

A segurança alimentar geralmente é discutida na literatura científica sob quatro dimensões essenciais: disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade (FAO, 2006; Rodriguez-Sáenz et al., 2021). A Figura 5 indica a prevalência de insegurança alimentar, conforme dados da FAO (2025). Pelo mapa, indica-se que é justamente na faixa tropical do globo onde concentra-se a maior parte da população em situação de insegurança.

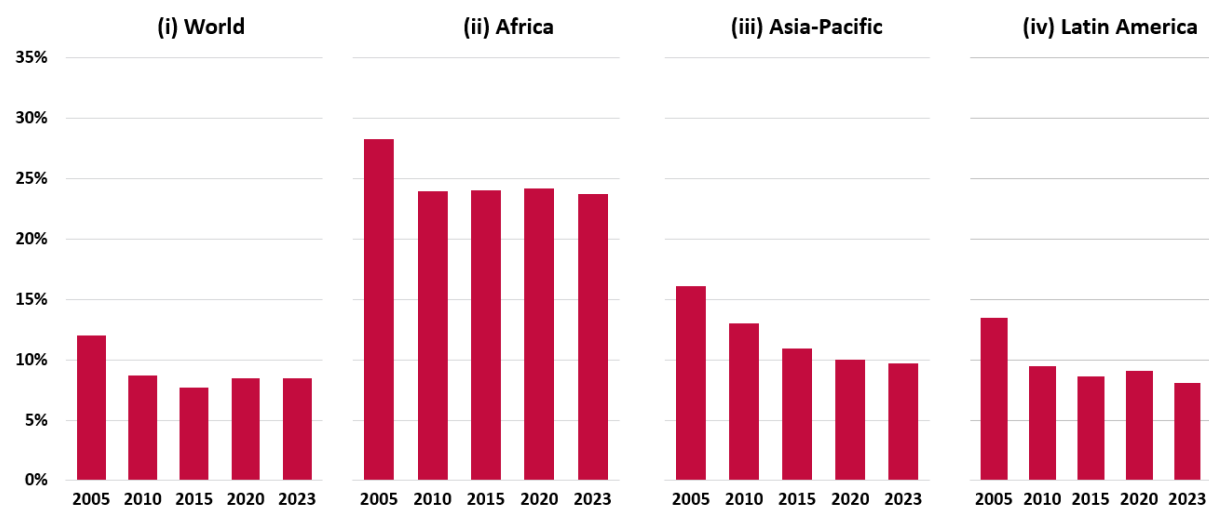
Ao analisarmos a disponibilidade de alimentos, a desnutrição – definida pela FAO (2025) como a ingestão insuficiente de energia (calorias), sem considerar a qualidade ou a diversidade da dieta – é amplamente considerada um indicador de referência. Essas taxas variam significativamente entre e dentro das regiões – Figuras 5 e 6. A SSA apresenta os índices mais elevados, com países como o Quênia registrando mais de 30% da população em estado de desnutrição. Na Ásia, embora a elevada produção regional contribua positivamente para a disponibilidade de alimentos, desafios persistem em países densamente populosos, como a Índia, que ainda lidam com altas taxas de desnutrição, apesar da alta produção. Por outro lado, a América Latina demonstra uma situação mais favorável, com prevalência de desnutrição média inferior à taxa global em 2023, embora persistam amplas desigualdades.

Figura 5. Prevalência de insegurança alimentar moderada ou severa por país (média de 3 anos, 2022 a 2024)



Fonte: FAO (2025)

Figura 6. Desnutrição sobre a população total nos trópicos por região, em percentuais, de 2005 a 2023



Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do FAOSTAT (2025). Nota: Indicador expressa a probabilidade de um indivíduo selecionado aleatoriamente da população consumir uma quantidade de calorias insuficiente para cobrir suas necessidades energéticas para uma vida ativa e saudável.

A insegurança alimentar decorre de uma interação complexa de fatores associados ao acesso da população aos alimentos. Desde a década de 1960, a subnutrição em regiões tropicais registrou uma redução significativa, se aproximando de médias globais, impulsionada pela maior oferta de alimentos básicos com preços reduzidos. Na Ásia, países como Índia e Bangladesh exemplificam essa dinâmica, onde a queda nos custos de alimentos básicos, como o arroz, contribuiu para o deslocamento dos gastos a alimentos mais nutritivos e

avanços na diversidade alimentar, apesar dos desafios ainda existentes nesses países com alta densidade populacional e desigualdades (Torlesse et al., 2003; Johnson et al., 2024).

No Brasil, estudos como o de Alves et al. (2010) indicam que a evolução tecnológica e os ganhos de produtividade agrícola resultaram em uma queda média anual de 3% nos preços reais da cesta básica alimentar desde 1970. Essa redução nos custos, associadas ao crescimento da renda, está diretamente relacionada à menor incidência de desnutrição na América Latina, onde a maior disponibilidade interna também foi acompanhada pela expansão da produção para grandes excedentes de grãos e carnes, reduzindo a dependência de importações e impulsionando exportações e gerando mais renda no interior do país, especialmente no caso brasileiro (Tabela 3).

A região da Ásia-Pacífico também apresentou avanços significativos na produção agrícola, atendendo de forma mais eficaz às demandas internas. Em contraste, a SSA enfrenta um crescimento no consumo que supera sua capacidade produtiva.

Tabela 3. Produção, consumo, importação e exportação de grãos e carnes¹, em milhões de toneladas, em 1974 e 2024

Grains									
(i) 1974					(ii) 2024				
	Produção	Consumo	Importação	Exportação		Produção	Consumo	Importação	Exportação
Asia-Pacific	124.6	137,70	8,6	2,4	Asia-Pacific	500.8	529,98	59,01	4,6
Latin America	31.0	34,51	5,1	4,0	Latin America	357.0	227,95	31,25	172,0
Brazil	24.0	24,74	2,4	3,8	Brazil	317.1	171,40	5,74	160,9
Africa	15.0	16,69	1,7	0,6	Africa	92.8	129,43	17,00	1,75

Meat									
(iii) 1974					(iv) 2024				
	Produção	Consumo	Importação	Exportação		Produção	Consumo	Importação	Exportação
Asia-Pacific	1,44	1,44	0,17	0,01	Asia-Pacific	17,83	17,39	2,05	1,2
Latin America	4,87	4,72	0,63	0,12	Latin America	37,91	27,89	0,85	8,7
Brazil	3,36	3,31	0,05	0,02	Brazil	31,35	21,35	0,04	8,1
Africa	0,03	0,04	0,03	0,05	Africa	0,26	1,42	1,43	0,01

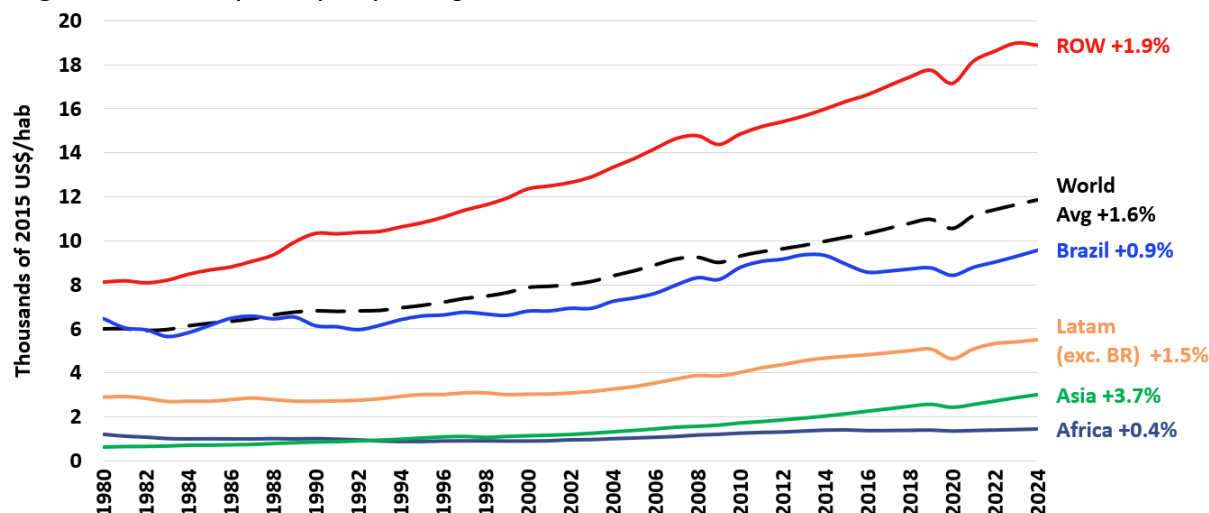
Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA e da FAO. Nota: Grãos: arroz, milho, trigo e grão de soja; Carnes: carne bovina, suína e de frango.

O nível de renda é um fator essencial à segurança alimentar. Rendas mais elevadas permitem às famílias acesso a dietas diversificadas e nutritivas, além de proporcionar estabilidade econômica e resiliência. Estudos empíricos na literatura científica destacam uma relação positiva entre o crescimento da produtividade agrícola e a redução da pobreza, apresentando impactos mais significativos do que investimentos em outros setores econômicos (Thirtle et al., 2003). No lado produtivo, agricultores com mais recursos dispõem também de maior capacidade de investir em tecnologias e práticas agrícolas sustentáveis, melhorando sua produtividade.

A relação entre renda e desnutrição é clara: quanto maior o nível de renda per capita, menor a prevalência de desnutrição. A Figura 7 indica a evolução de renda per capita dos países tropicais e globais de 1980 a 2024, onde destaca-se o baixo nível de Ásia-Pacífico e

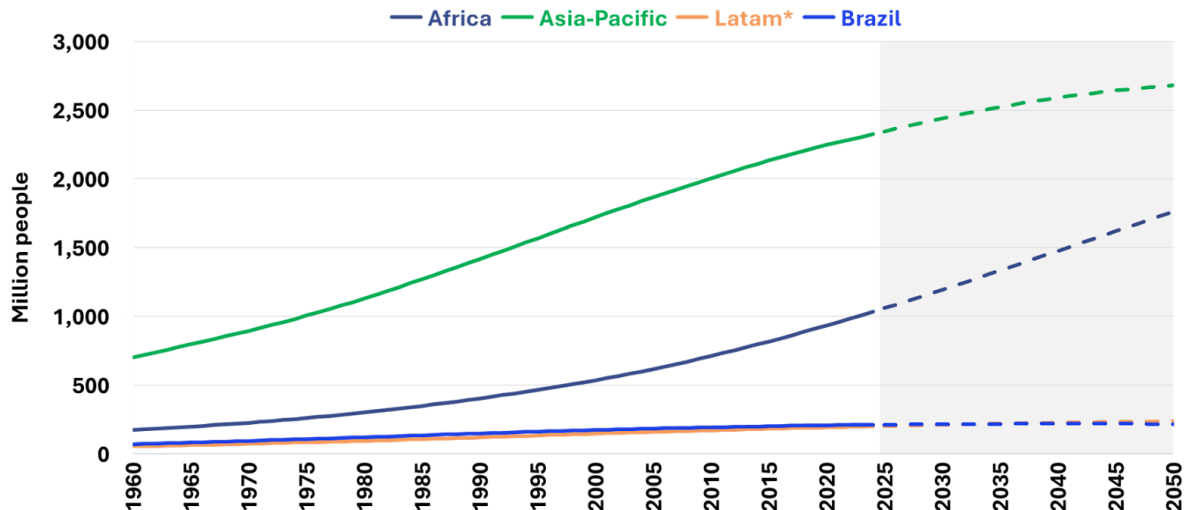
África. Já na Figura 8 avalia-se que é justamente nessas regiões onde se prevê maior crescimento populacional, o que torna essa relação ainda mais preocupante.

Figura 7. Renda per capita por região, em US\$ milhares/hab, em US\$ de 2015



Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do Banco Mundial (2025).

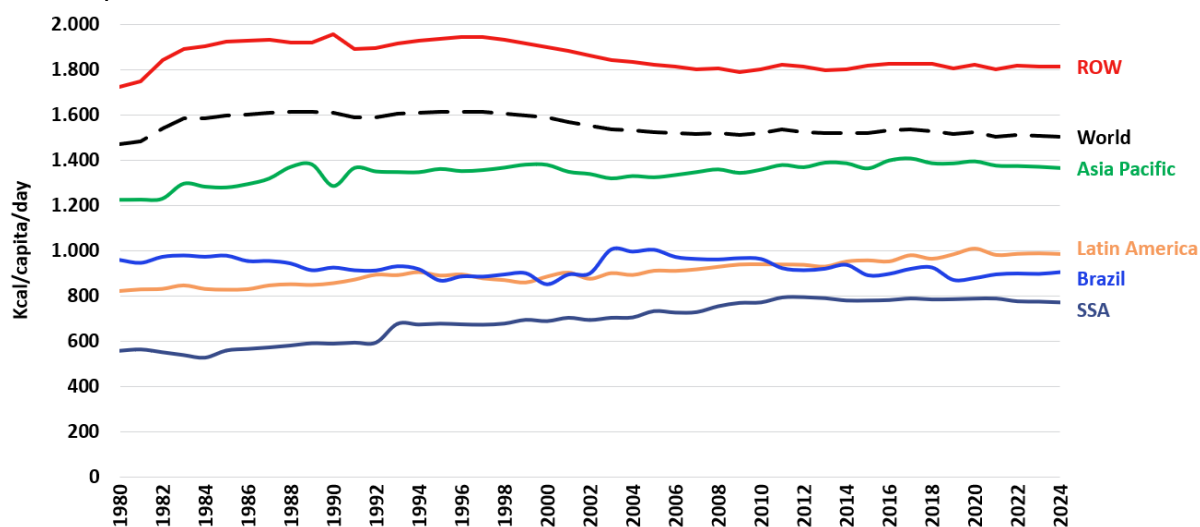
Figura 8. Evolução populacional e projeção nas regiões tropicais, entre 1960 e 2050, em milhões de pessoas



Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados da ONU (2024)

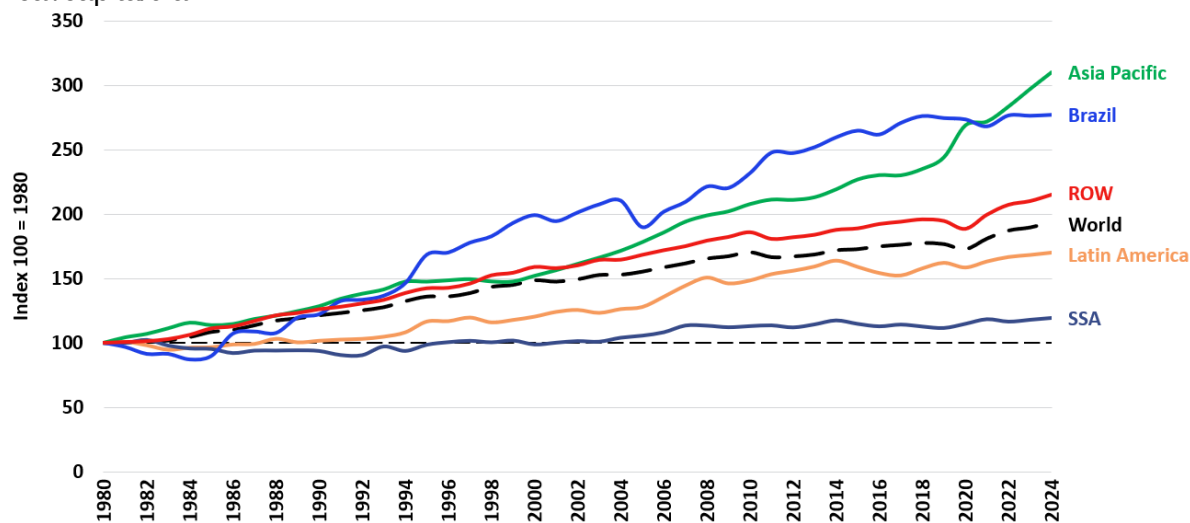
Com relação à diversidade dietética, países de maior renda há maior participação de carnes, enquanto baixa renda predominam fontes vegetais (Figuras 9, 10 e 11). Essa transição alimentar também se relaciona a evolução produtiva e disponibilidade, avaliadas com Tabela 3 e Figura 11.

Figura 9. Consumo per capita de grão selecionados por região, entre 1980 e 2020, em Kcal/capita/dia



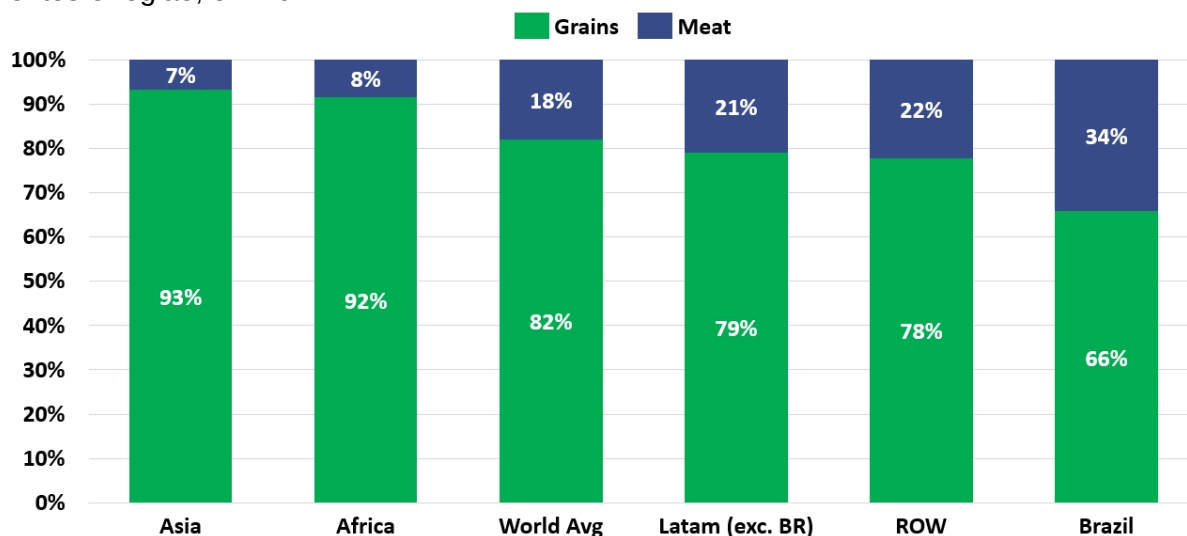
Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA (2025). Nota: (1) América Latina sem Brasil. (2) Grãos engloba grão de soja, milho, arroz e trigo.

Figura 10. Consumo per capita de carnes nas regiões tropicais, entre 1980 e 2020, em Kcal/capita/dia



Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do USDA (2025). Nota: (1) América Latina sem Brasil. (2) Carnes engloba todas as carnes de animais mais a de pescados.

Figura 11. Disponibilidade interna relativa na relação do consumo calorias entre carnes e grãos, utilizando como referência o consumo per capita diário de alimentos, por grupo de alimentos e região, em 2024

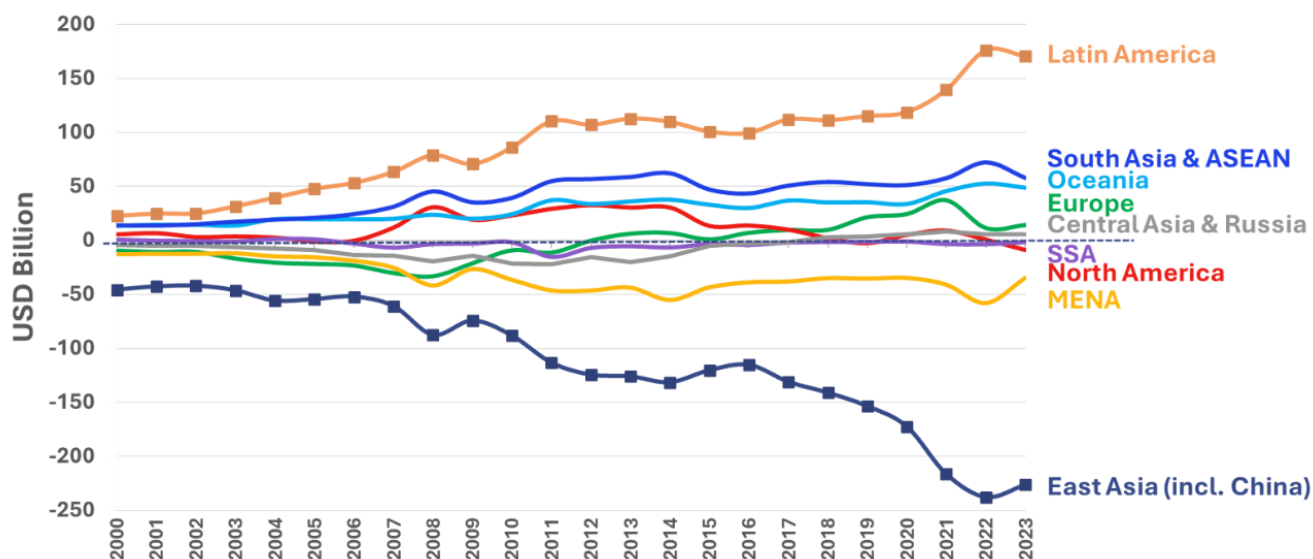


Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados da FAO (2025).

Instabilidade política, as crises econômicas e os eventos climáticos extremos são eventos não controlados que agravam situações de vulnerabilidade alimentar. Crises econômicas e problemas em cadeias produtivas, especialmente no pós-pandemia de COVID-19, elevaram custos de produção e transporte de alimentos, enquanto a alta nos preços de insumos agrícolas, como fertilizantes e combustíveis, limitou a capacidade dos agricultores de manterem sua produção (Arias et al. 2024). Paralelamente, eventos climáticos extremos, como secas, inundações e furacões, têm afetado severamente a produção agropecuária desde 2020, destruindo cultivos, infraestruturas e aumentando a vulnerabilidade de comunidades impactadas. Esses dados ressaltam a importância de políticas que promovam a produção de alimentos e adaptação climática, aliada ao crescimento econômico inclusivo e a elevação dos níveis de renda como estratégias fundamentais para melhorar a segurança alimentar e reduzir riscos de desnutrição em nível global.

É importante destacar o papel do comércio internacional na relação da garantia de segurança alimentar. Isso se dá pela capacidade de conectar os sistemas agroalimentares, de regiões com excedentes para regiões com déficits, promovendo efeitos distributivos positivos com base na possibilidade de redução de preços de alimentos e busca por eficiência produtiva (Arias et al. 2024). A região da América Latina, com destaque especial ao Brasil, tem se consolidado como um ator fundamental na promoção da segurança alimentar global, destacando-se não apenas por sua capacidade produtiva, mas também por sua contribuição para a estabilidade dos preços, a disponibilidade mundial de alimentos e seu potencial em pesquisa e desenvolvimento (Díaz-Bonilla et al., 2024). A Figura 12 indica, em bilhões de dólares correntes, o saldo comercial de alimentos no mundo, em regiões selecionadas, que abrangem os países tropicais selecionados neste presente estudo.

Figura 12. evolução do saldo comercial de alimentos no mundo por região, entre 2000 e 2023, em bilhões de dólares correntes



Fonte: elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do UN Comtrade e do Trade Data Monitor (2024). Nota: SSA: Subsaariana-Africa; ECA: Europe and Central Asia; MENA: Middle East and North Africa.

5. FATORES AMBIENTAIS E RISCOS CLIMÁTICOS

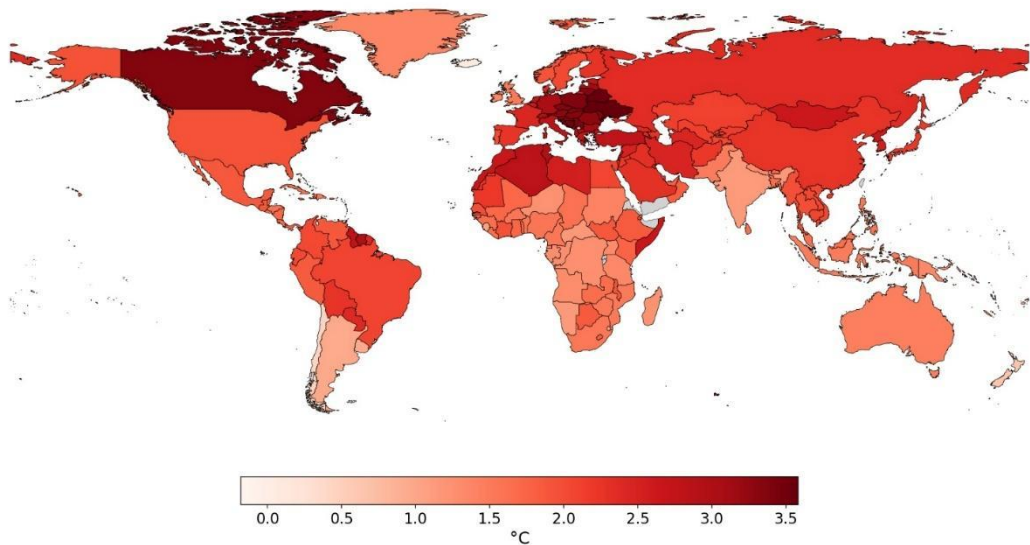
Além de assegurar a segurança alimentar, o desenvolvimento da produção agropecuária atualmente requer otimização do uso dos recursos naturais em um contexto de crescente pressão das mudanças climáticas. Se, no passado, a Revolução Verde priorizou ganhos de produtividade e redução de custos alimentares, o cenário contemporâneo é marcado por riscos climáticos globais que impõem desafios mais complexos: garantir competitividade e fornecimento de alimentos, mitigar impactos ambientais e, ao mesmo tempo, adaptar a produção a novas condições climáticas.

O aquecimento global, principal promotor das mudanças climáticas, já é uma realidade mensurável. De acordo com dados da FAO (2025), os países tropicais apresentaram aumento médio de 1,7°C entre 1961 e 2024 em relação ao período de referência de 1951–1980, com variações regionais que alcançam até 3,0°C (Suriname). O Brasil aparece como o sexto país com maior elevação de temperatura, com 2,1°C no período analisado – o mesmo valor da média global em 2024, quando a temperatura média da superfície terrestre atingiu 2,1°C acima da linha de base histórica. Esse resultado confirma a tendência de aquecimento acelerado, que já ultrapassa o limite de 1,5°C estabelecido pelo Acordo de Paris em quase todas as regiões, com exceção da Oceania (1,4°C) – Figura 13.

O aumento da temperatura média nas regiões tropicais impacta diretamente a agropecuária, afetando tanto culturas quanto ecossistemas aquáticos. Mesmo espécies adaptadas ao calor, como milho, sorgo e milheto, apresentam queda de produtividade quando os limites térmicos são ultrapassados — estima-se, por exemplo, que o rendimento do milheto possa cair cerca de 6% até o fim do século em países da África e Índia, sendo o calor o principal vetor dessa redução (Berg et al., 2013). Nos sistemas aquáticos, o aquecimento reduz o oxigênio dissolvido nos rios, comprometendo a irrigação e a aquicultura, onde níveis

próximos ou abaixo de 3 mg/L prejudicam crescimento, reprodução e sobrevivência de espécies, exigindo maior uso de tecnologias de manejo, como a aeração artificial (Bello et al., 2017).

Figura 13. Aumento da temperatura média anual em países tropicais – 2024 (comparado à média histórica de 1951–1980)



Fonte: Elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados da FAO (2025)

O aspecto hídrico é importante para o tipo de agricultura em questão, uma vez que os países tropicais concentram 22.360,7 bilhões de m³ de recursos hídricos renováveis, o equivalente a 52% do total mundial de 42.808,6 bilhões de m³, segundo estimativas da FAO (2025). Esse volume revela a centralidade das regiões tropicais para a segurança hídrica global, ainda que sua distribuição seja bastante desigual entre os países (Tabela 4). A América Latina se destaca como a região tropical com maior disponibilidade absoluta, totalizando 12.060,6 bilhões de m³ – cerca de 28% da água doce mundial. O Brasil, isoladamente, responde por 5.661 bilhões de m³, quase metade da oferta regional e 13% do total global. Em segundo lugar está a Ásia-Pacífico, com 7.418,9 bilhões de m³ (17% do mundo). Já a África, embora concentre países altamente dependentes da agricultura de sequeiro, dispõe de apenas 2.881,2 bilhões de m³, ou 7% da água doce mundial.

Tabela 4. Recursos hídricos em regiões do mundo, em bilhões de m³, 2022

Region	Water Resources	Share in the World
Latin America (total)	12,060.6	28%
<i>Latin America (exc. Brazil)</i>	6,399.6	15%
<i>Brazil</i>	5,661.0	13%
SSA	2,881.2	7%
Asia-Pacific	7,418.9	17%
Tropical Countries	22,360.7	52%
ROW	20,447.9	48%
World	42,808.6	100%

Fonte: Elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados da FAO (2025)

A disponibilidade mais limitada de água impacta de forma significativa a produtividade e a sustentabilidade agrícola em países tropicais africanos. Projeções indicam que as mudanças climáticas podem reduzir a precipitação e aumentar as temperaturas no sul da África, diminuindo a produtividade agrícola em 15% a 50% (Nhemachena et al., 2020). Investimentos em gestão da água para a agricultura podem reduzir a pobreza, ao elevar a produtividade, ampliar áreas de cultivo e estabilizar rendas (Hanjra & Gichuki, 2008). No entanto, a implementação de planos nacionais de investimento agrícola tem enfrentado limitações institucionais e de recursos (Nhemachena et al., 2018). Melhorar a eficiência do uso da água é crucial, sobretudo na agricultura de sequeiro, para atender à crescente demanda alimentar em meio às mudanças climáticas (Malmquist, 2018).

Outra característica relevante da região de agricultura tropical, além da ampla disponibilidade de água, é a abundância de terras aráveis. Esse fator é central para compreender tanto o potencial de expansão agrícola quanto a pressão exercida sobre os ecossistemas naturais da região. Segundo dados do World Bank (2025), entre 1961 e 2021 a área global de terras aráveis cresceu de 1.020,13 para 1.395,96 milhões de hectares, um aumento de 27%. A América Latina mais que dobrou sua área cultivável nesse período, passando de 40,08 para 83,12 milhões de hectares, refletindo a rápida expansão da fronteira agrícola regional. O Brasil se destacou com um salto de 23,63 para 58,25 milhões de hectares em terras aráveis – crescimento relativo de 59%, o maior entre os países analisados – Tabela 5.

Esse avanço proporcionalmente mais acelerado nos países tropicais do que em outras regiões, evidencia o dinamismo agrícola dos trópicos, mas os riscos também são agravados quando ocorre extensão de área produtiva associado à baixa intensidade e tecnificação em muitos países tropicais em desenvolvimento (Barbier, 2004). Sem planejamento técnico, a expansão em áreas de desmatamento resulta em redução de biodiversidade, degradação do solo, alterações climáticas e ameaça a produção futura (Gomiero, 2016).

Tabela 5. Disponibilidade de terras aráveis no mundo

Region	1961 (Millions of hectares)	2021	Growth (1961/2021)
World	1,020.13	1,395.96	27%
Latin America	40.08	83.12	52%
Latin America (exc. Brazil)	16.45	24.87	34%
Brazil	23.63	58.25	59%
Asia-Pacific	217.65	236.11	8%
SSA	85.39	152.64	44%
ROW	677.01	924.09	27%

Fonte: Elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados do Word Bank (2025)

Os solos tropicais, em geral, já apresentam baixa fertilidade e elevada suscetibilidade à degradação em função das condições climáticas (Sousa et al., 2018). Além disso, a combinação de solos frágeis e clima quente favorece a ocorrência de pragas, exigindo manejo integrado constante (Gonçalves, 2021). Nesse contexto, a perda de cobertura florestal com manejo inadequado tem potencial de acelerar a deterioração de recursos essenciais, como a fertilidade do solo, a disponibilidade hídrica e mudança de padrões climáticos locais (Rivero et al., 2009). Entre 2001 e 2024, estima-se que os países de agricultura tropical tenham

perdido aproximadamente 241,5 milhões de hectares de florestas, segundo o Global Forest Watch (2025) – Tabela 6.

A América Latina foi a região com maior perda, totalizando 110,7 milhões de hectares, o que corresponde a quase metade do desmatamento registrado nos países tropicais. O Brasil respondeu sozinho por 73,3 milhões de hectares, equivalente a cerca de dois terços da perda latino-americana e a quase um terço do total mundial. Na África, a perda somou 63,3 milhões de hectares. A República Democrática do Congo concentrou mais de 21 milhões de hectares, representando um terço do desmatamento do continente. Na Ásia, foram registrados 67,5 milhões de hectares de florestas perdidos. A Indonésia liderou o processo, com 31,9 milhões de hectares, quase metade da perda de vegetação nativa asiática.

Tabela 6. Desmatamento acumulado no mundo, por continente, em hectares, de 2001 a 2024

Regions	Accumulated deforestation 2001 - 2024	Share (%)
Latin America (exc. Brazil)	37,425,234	7%
Brazil	73,317,081	14%
Africa	63,331,831	12%
Asia-Pacific	67,480,745	13%
Tropical Countries	241,554,891	47%
Rest of the World	274,876,863	53%

Fonte: Elaborado pelo Insper Agro Global com base nos dados da Global Forest Watch (2025)

Na América Latina, sistemas agroflorestais, como o uso de cercas vivas e sistemas silvipastoris, geram benefícios múltiplos em meio à alta produção, como conservação do solo, aumento da produtividade (Budowski; Russo, 1993; Montes-Londoño, 2017). Ao mesmo tempo, a biotecnologia tem permitido o desenvolvimento de cultivos mais resistentes a estresses bióticos e abióticos (Cockcroft et al., 2004). Contudo, a adoção dessas práticas de modo mais amplo depende de superar limitações socioeconômicas, adaptar técnicas às condições locais e integrar saberes tradicionais a novas tecnologias (Picado, 2024).

Na Ásia e no Pacífico, sistemas agroflorestais, o manejo de nutrientes e o controle da erosão tem produzido bons resultados em áreas de café (Kiup et al., 2025). O nivelamento a laser de terras, que consiste em uniformizar a superfície do solo para melhorar a eficiência no uso da água, mostrou-se eficaz no cultivo de arroz sustentável, reduzindo emissões e aumentando rendimentos (Nguyen-Van-Hung et al., 2022). Já a Agricultura Sustentável de Baixo Uso de Insumos (LEISA), que prioriza práticas de manejo ecológico e o uso mínimo de insumos externos, surge como alternativa viável para agricultores com poucos recursos (Thanh, 2011).

Na SSA, também são adotadas estratégias como rotação de culturas, o consórcio de espécies, a agricultura de conservação, os sistemas agroflorestais e a microdosagem de fertilizantes (Kuyah et al., 2021; Sithole; Olorunfemi, 2024). Tais práticas contribuem para a melhoria da fertilidade do solo, aumento da produtividade e maior resiliência climática. No entanto, sua adoção ainda é muito limitada por fatores como insegurança fundiária, falta de assistência técnica e acesso restrito a crédito e insumos (Sithole; Olorunfemi, 2024). A necessidade de maior uso de fertilizantes e defensivos também segue sendo necessário para alcançar ganhos significativos de produtividade, considerando os desafios típicos dos solos tropicais (Gowing; Palmer, 2008).

A adoção de práticas agrícolas sustentáveis nos países tropicais é mais do que uma resposta aos desafios climáticos e de solo — é uma oportunidade estratégica de alinhar produtividade e conservação. Essas iniciativas devem ser entendidas como pilares de um modelo de desenvolvimento capaz de enfrentar riscos climáticos e garantir segurança alimentar.

6. DISCUSSÃO E RECOMENDAÇÕES

A agricultura tropical enfrenta o duplo desafio de expandir a produção de alimentos e garantir segurança alimentar em meio a condições físico-climáticas específicas e pressões globais por sustentabilidade. De um lado, apresenta vantagens como alta incidência de luz solar, diversidade de culturas, disponibilidade relativa de terras e recursos hídricos, além do potencial de adoção de sistemas integrados de produção e posição estratégica no comércio internacional. De outro, convive com fragilidades como solos de baixa fertilidade, maior incidência de pragas e doenças, o que consequentemente, torna essa região dependente de altas quantidades de insumos, cuja maioria é de domínio tecnológico e produtivo externo. Além disso, o avanço do desmatamento (principalmente durante o século XX) e desigualdade no acesso a tecnologias eficientes, torna a agricultura nos trópicos mais vulnerável ao fenômeno das mudanças climáticas (ver Quadro 2).

Quadro 2. Forças e fraquezas da agricultura tropical

Aspecto	Forças	Fraquezas
Meio ambiente	Radiação solar e chuvas que permitem múltiplas safras; diversidade biológica; possibilidade de integração de sistemas; abundância relativa de terras e água.	Pragas, doenças e degradação de solos; perda de biodiversidade; desmatamento e escassez hídrica em algumas regiões.
Adaptação e inovação	Experiência em sistemas adaptativos integrados, como ILPF e agroflorestas.	Difusão tecnológica limitada; acesso restrito a crédito e insumos, sobretudo para pequenos produtores.
Inserção internacional	Relevância no comércio global de commodities agrícolas.	Vulnerabilidade a barreiras comerciais; padrões sanitários e ambientais rigorosos; e dependência tecnológica e produtiva de insumos importados.

Fonte: elaboração própria.

Considerando o diagnóstico realizado, é possível avançar em um conjunto de recomendações para fortalecer a produtividade e a sustentabilidade da agricultura tropical. A heterogeneidade entre países tropicais — em termos de condições naturais, capacidades institucionais e níveis de desenvolvimento — exige que as estratégias sejam adaptadas às realidades locais, mas articuladas em torno de eixos comuns. Nesse sentido, destacam-se três frentes centrais: meio ambiente, adaptação e inovação, e inserção internacional.

No eixo ambiental, a prioridade deve ser integrar de forma efetiva conservação e eficiência produtiva, não apenas como discurso, mas como critério estruturante dos modelos agrícolas tropicais. Isso requer programas robustos de recuperação de áreas degradadas, amparados em metas claras de produtividade por hectare, e mecanismos de ordenamento territorial que desincentivem a expansão da fronteira agrícola sobre áreas sensíveis. Para ganhar escala, é indispensável mobilizar instrumentos financeiros inovadores, em especial o

“blended finance”, que combina capitais públicos, privados e filantrópicos. Experiências como o Eco Invest no Brasil, voltado à recuperação de pastagens, mostram como iniciativas dessa natureza podem ser replicadas e adaptadas, reduzindo a dependência de recursos oriundos de economias não tropicais e fortalecendo a autonomia financeira da região.

No eixo de adaptação e inovação, a agenda deve priorizar o investimento em ciência e tecnologia adaptadas às condições tropicais, com foco no desenvolvimento de variedades resistentes a estresses hídricos e biológicos, sistemas de baixo carbono e manejo eficiente de insumos. Entretanto, a geração de conhecimento só se converte em impacto quando há uma rede sólida de extensão rural capaz de transferir essas práticas para os agricultores, especialmente os pequenos produtores que compõem a base da produção em muitos países tropicais. Esse processo precisa ser acompanhado de inovação institucional, com políticas públicas que assegurem crédito diferenciado, seguros agrícolas climáticos e estímulos a arranjos cooperativos, ampliando o acesso a tecnologias e mitigando desigualdades regionais. Além disso, fortalecer redes de cooperação entre instituições de pesquisa tropicais — como a Embrapa, o Indian Council of Agricultural Research (ICAR), a Indonesian Agency for Agricultural Research and Development (IAARD) e a Kenya Agricultural ; Livestock Research Organization (KALRO) — pode criar um ecossistema de inovação compartilhada, acelerando soluções endógenas e reduzindo a dependência de tecnologias geradas em países de clima temperado.

Por fim, no eixo da inserção internacional, há uma necessidade dos países de agricultura tropical se integrarem mais entre si no comércio global de alimentos. Baseada na redução de barreiras tarifárias e não tarifárias, essa integração pode melhorar os fluxos comerciais que conectam regiões superavitárias, como a América Latina, a regiões deficitárias, principalmente a África, promovendo segurança alimentar e desenvolvimento conjunto.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura tropical é caracterizada pela abundância de recursos naturais e assume posição estratégica para a segurança alimentar global. Enfrenta, contudo limitações estruturais, institucionais e ambientais. Na América Latina e na Ásia, tais barreiras foram transformadas em alavancas de desenvolvimento graças a investimento continuado em pesquisa, extensão e inovação adaptadas às condições tropicais, associadas a políticas públicas consistentes e instrumentos de financiamento adequados, condição não verificada na África Subsaariana, onde persistem baixos níveis de produtividade.

O futuro da agricultura tropical pode se beneficiar da maior integração dos países da região. O intercâmbio de práticas de conservação ambiental, de difusão tecnológica e dos fluxos comerciais reúne potencial de estimular a construção de um modelo produtivo sustentável e competitivo que responda tanto às demandas locais de segurança alimentar quanto às pressões internacionais por sustentabilidade. Trata-se da região de maior pobreza relativa do mundo; portanto, ao se pensar em sustentabilidade, deve-se enfatizar as vertentes econômica — máxima eficiência diante de recursos escassos; e social — assegurar a eliminação da fome e da desnutrição, a redução da pobreza e prover as necessidades mínimas de bem-estar e de inclusão a regiões que concentram a maior parte da população mundial presente e com tendência de crescimento futuro, a par do foco na dimensão ambiental, com a adoção de práticas de comprovado mínimo impacto sobre o meio ambiente.

Dois modelos de transformação positiva da agricultura tropical podem ser considerados como bem-sucedidos, pela métrica conjugada do aumento da produtividade e da consequente disponibilidade local e geração de excedentes exportáveis, ilustrados pela da redução da fome e da pobreza e pelo aumento do consumo de nutrientes, grosso modo: o asiático e o latino-americano. O traço comum a ambos é o aumento do quociente tecnológico por meio do desenvolvimento de técnicas e competências locais e a capacidade de extensão desse saber ao produtor. O modelo asiático, intensivo em mão-de-obra, preservou a estrutura social e fundiária, com elevações de produtividade advindos da adição tecnológica e maior uso de insumos. O modelo latino-americano, no qual pontifica o caso brasileiro, intensivo em capital, caracterizou-se pelo aproveitamento de economias de escala e de tamanho, com maior especialização e extensão dos módulos produtivos. Em ambos os casos, verificou-se que a modernização produtiva, o aumento da produtividade e da renda no campo foram acompanhados pelo desenvolvimento de técnicas mais conservacionistas, que preservam a fertilidade dos frágeis solos tropicais, com desincentivo crescente à sobre-exploração dos recursos naturais originais.

Regiões tropicais retardatárias em relação a aumentos de produtividade podem se beneficiar dos êxitos verificados na Ásia e na América Latina. Pode-se definir uma dinâmica de sustentabilidade pragmática que se baseie nas sensibilidades imediatas das populações diretamente envolvidas – qual seja, em primeiro lugar, aliviar fome, desnutrição, pobreza, insegurança e ausência de serviços públicos básicos, respeitando os modelos fundiários e sociais locais. Esquemas de extensão rural e de facilidade de acesso a insumos e tecnologias que elevem a produtividade, quando consumadas em colheitas maiores por vários anos consecutivos e aumento generalizado da produção, gerarão círculo virtuoso similar ao verificado na América Latina e na Ásia, o que, numa segunda onda, estimulará a adoção de técnicas produtivas mais racionais quanto ao uso dos recursos naturais. A governança internacional voltada à agricultura tropical – instituições de pesquisa e extensão, organizações internacionais de fomento à produção agrícola e de combate à fome, organismos multilaterais de apoio ao desenvolvimento – devem se consorciar em torno da adoção e da difusão do modelo bem-sucedido de aumento de produtividade sustentada, contextualizada às condições locais, da Ásia e da América Latina, nos últimos 60 anos, pelos demais países tropicais em desenvolvimento. Incorporar o conceito de Agricultura Tropical e sua necessidade de evolução às narrativas da diplomacia também pode diminuir percepções negativas, que eventualmente prejudique investimentos e estabelecimento de relações de comércio.

Autonomia produtiva e maior capacidade doméstica de elevação da produtividade são essenciais no atual mundo em transformação. As mudanças climáticas têm expressão própria nas regiões tropicais, mais vulneráveis a alterações de temperatura e regimes hídricos, ao mesmo tempo em que têm maior capacidade de resposta produtiva, dado que seus solos são cultiváveis ao longo de todo o ano. Essas regiões tendem a concentrar o aumento de população nas próximas décadas; portanto, assegurar a nutrição dessas populações é crucial para a estabilidade interna dessas sociedades, e também para se amenizar a pressão migratória rumo a países desenvolvidos. Por fim, a instabilidade geopolítica mundial e o aumento do protecionismo comercial, bem como a redução da eficácia da cooperação internacional, reduz a confiabilidade produtiva e logística de zonas fornecedoras de alimentos e insumos, o que acentua ainda mais a premência pelo suprimento próprio de alimentos e demais bens agrícolas, como têxteis e energéticos, de parte dos países tropicais em desenvolvimento em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.; SILVA, G.; BRANDÃO, A. S. P. Por que os preços da cesta básica caíram? Revista de Política Agrícola, v. 19, n. 2, p. 14-20, 2010.

ALVES, H. K. M. N. ; JARDIM, A. M. R.F.; ARAÚJO- JÚNIOR, G. N.; SOUZA, C. A. A.; LEITE, R. M. C. ; SILVA, G. I. N.; SOUZA, L. S. B; SILVA, T. G. F. Uma abordagem sobre práticas agrícolas resilientes para maximização sustentável dos sistemas de produção no Semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 1, n. 01, p. 373-392, 2022.

AMEEN, A.; RAZA, S. Green Revolution: a review. International Journal of Advances in Scientific Research, v. 3, n. 12, p. 129-137, 2017.

ARIAS, J.; JANK, M. S.; CARDOSO, V.; UMAÑA, V.; GILIO, L. The role of international trade of promoting food security. IICA/INSAPER, set. 2024. Disponível em: <https://agro.insper.edu.br/storage/papers/September2024/INTERNATIONAL%20TRADE.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2025.

BARBIER, E. B. Explaining agricultural land expansion and deforestation in developing countries. American Journal of Agricultural Economics, v. 86, n. 5, p. 1347-1353, 2004.

BARROS, G.C.S. O agronegócio brasileiro no pós-Segunda Guerra Mundial: o processo de transformação e seus resultados. In: BARROS, G.C.S.; NAVARRO, Z. (Org.). Brasil rural contemporâneo: interpretações, 2022. p. 122-187.

BELLO, A. D.; HASHIM, N. B.; HANIFFAH, M. R. M.. Predicting impact of climate change on water temperature and dissolved oxygen in tropical rivers. Climate, Basel, v. 5, n. 3, p. 58, 2017.

BERG, A., DE NOBLET-DUCOUDRÉ, N., SULTAN, B., LENGAGNE, M., ; GUIMBERTEAU, M. Projections of climate change impacts on potential C4 crop productivity over tropical regions. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v. 170, p. 89-102, 2013.

BLANCO, C.; RAURICH, X. Agricultural composition and labor productivity. Journal of Development Economics, v. 158, p. 102934, 2022.

BUELENS, F.; FRANKEMA, E. Colonial adventures in tropical agriculture: new estimates of returns to investment in the Netherlands Indies, 1919–1938. Cliometrica, v. 10, p. 197–224, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11698-015-0128-z>. Acesso em: 06 ago. 2025. BUDOWSKI, G.; RUSSO, R. O. Live fence posts in Costa Rica: a compilation of the farmer's beliefs and technologies. Journal of Sustainable Agriculture, v. 3, p. 65-87, 1993.

BYERLEE, D.; SCOONES, I.; CABRAL, L. M. Knowledge, science and politics: the role of agricultural research in Africa's Green Revolution. IDS Working Paper, n. 213, 2002. Disponível em: <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/20.500.12413/3905>. Acesso em: 25 jul. 2025

CHADDAD, F. The economics and organization of Brazilian agriculture: Recent evolution and productivity gains. Academic Press, 2015.

COSTA, C. G.; LOPES, J.; CRUZ, G. M. Regenerative agriculture in Brazil: challenges and opportunities. Rio de Janeiro: CEBDS, 2023. Relatório técnico. Disponível em: https://cebds.org/wp-content/uploads/2023/11/CEBDS_CTALIMENTOS-ING.pdf. Acesso em: 10 ago. 2025.

COCKCROFT, C. E.; HERRERA-ESTRELLA, L. R.; NORDELO, C. G. Agricultural Biotechnology in Latin America and the Caribbean. 2004. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Agricultural-Biotechnology-in-Latin-America-and-the-Cockcroft-Herrera-Estrella/2ca986a7cfbd904dc2f20e2a2e354fb649048767>. Acesso em: 20 ago. 2025.

DÍAZ-BONILLA, E., TRIGO, E.; CAMPOS, R. Acerca de los sistemas alimentarios ‘fallidos’ y otras narrativas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 2024. Disponível em: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/22073/BVE24034040e.pdf?sequence=14;isAllowed=y> Acesso em: 25 de ago. de 2025.

EDENS, A. The Green Revolution’s Alignments with American Agribusiness. Rockefeller Archive Center Research Reports, número 14, 2021.

FAO. FAOSTAT – Temperature change on land. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2025. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/ET>. Acesso em: 06 de ago. 2025.

FAO. The Tropical Agriculture Platform (TAP). 2025. Disponível em: <https://www.fao.org/in-action/tropical-agriculture-platform/en> Acesso em: 20 de agosto de 2025

FAO. Policy Brief, 2006, Issue 2: Food Security. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/templates/faoitally/documents/pdf/pdf_Food_Security_Coept_Note.pdf Acesso em 25 de agosto de 2025.

FAO. AQUASTAT Dissemination System. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2025. Disponível em: <https://data.apps.fao.org/aquastat/?lang=en>. Acesso em: 01 jul. 2025.

FORTINI, R. M., BRAGA, M. J., ; FREITAS, C. O. (2020). Impacto das práticas agrícolas conservacionistas na produtividade da terra e no lucro dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Revista de Economia e Sociologia Rural, 58(2), e199479. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.199479>. Acesso em: 19 ago. 2025.

GARCIA, J. R. Trabalho rural: tendências em face das transformações em curso. In: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z. (Orgs.). O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 559-590.

GLOBAL FOREST WATCH. Global Dashboard. Washington, DC: World Resources Institute, 2025. Disponível em: <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/global/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

GOMIERO, T. Soil degradation, land scarcity and food security: reviewing a complex challenge. Sustainability, v. 8, p. 281, 2016.

GONÇALVES, P. A. S. Manejo de solos e a nutrição de plantas e sua relação com a ocorrência de pragas. Scientific Electronic Archives, v. 13, n. 6, 2021.

GOWING, J.; PALMER, M. Sustainable agricultural development in sub-Saharan Africa: the case for a paradigm shift in land husbandry. Soil Use and Management, v. 24, 2008.

GUIMARÃES, Lara Nascimento; KARAM, Décio; GONÇALVES, Adenilson Henrique; BORGHI, Emerson; GUIMARÃES, Nathália Nascimento; PEREIRA, Caike de Sousa; INOUE, Tiago Yukio; CUSTÓDIO, Isabela Goulart. A importância das práticas agrícolas para estabilidade de produção e resiliência de sistemas agrícolas. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v. 23, n. 5, p. 1-?, 2025.

HANJRA, M. A.; GICHUKI, F. Investments in agricultural water management for poverty reduction in Africa: case studies of Limpopo, Nile, and Volta river basins. *Natural Resources Forum*, v. 32, n. 3, p. 185-202, 2008.

HAZELL, P. B. R. The Asian green revolution. IFPRI Discussion Paper, n. 911, International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., 2009.

JAYNE, T. S.; RASHID, S. Input subsidy programs in sub-Saharan Africa: a synthesis of recent evidence. *Agricultural Economics*, v. 44, n. 6, p. 547–562, 2013.

KÖPPEN, W. P. Das geographische system der klimate: mit 14 textfiguren. Borntraeger, 1936.

HANJRA, M. A.; GICHUKI, F. Investments in agricultural water management for poverty reduction in Africa: case studies of Limpopo, Nile, and Voltariver basins. *Natural Resources Forum*, v. 32, n. 3, p. 185-202, 2008.

KIUP, E.; SWAN, T.; FIELD, D. J. Soil management practices in coffee farming systems in the Asia-Pacific region and their relevance to Papua New Guinea: a systematic review. *Soil Use and Management*, v. 41, 2025.

KUYAH, S.; SILESHI, G. W.; NKURUNZIZA, L.; CHIRINDA, N.; NDAYISABA, P. C.; DIMOBE, K.; ÖBORN, I. Innovative agronomic practices for sustainable intensification in sub-Saharan Africa: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 41, n. 2, p. 16, 2021.

MALMQUIST, L. Water productivity and water requirements in food production. *Agricultural and Food Sciences*, 2018.

MONTES-LONDOÑO, I. Tropical dry forests in multi-functional landscapes: agroforestry systems for conservation and livelihoods. 2017. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Tropical-Dry-Forests-in-Multi-functional-Systems-Montes-Londo%C3%B1o/ccba5a99fe7f75c4f253a754e4fe4327b8665d21>. Acesso em: 20 ago. 2025.

NGUYEN-VAN-HUNG; BALINGBING, C.; SANDRO, J.; et al. Precision land leveling for sustainable rice production: case studies in Cambodia, Thailand, Philippines, Vietnam, and India. *Precision Agriculture*, v. 23, n. 5, p. 1633–1652, 2022.

NHEMACHENA, C.; NHAMO, L.; MATCHAYA, G. C.; NHEMACHENA, C. R.; MUCHARA, B.; KARUAIHE, S. T.; MPANDELI, S. N. Climate change impacts on water and agriculture sectors in Southern Africa: threats and opportunities for sustainable development. *Water*, 12, n. 10, 2020.

NHEMACHENA, C.; MATCHAYA, G.; NHLENGETHWA, S.; NHEMACHENA, C. R. Exploring ways to increase public investments in agricultural water management and irrigation for improved agricultural productivity in Southern Africa. *Water SA*, v. 44, n. 3, p. 474-481, 2018.

JOHNSON, D.; BAKSI, S. Sethu C. A. Green Revolution in India: making sense of the qualitative and quantitative aspects of change. *Economic and Political Weekly*, v. 59, n. 52, 2014.

PARODA, R.; WOODHEAD, T.; SINGH, R. B.; FAO REGIONAL OFFICE FOR ASIA. Sustainability of rice-wheat production systems in Asia. 1995.

PICADO, H. V. Cultural management in agro-ecological practices, the cases of Nicaragua, Costa Rica, and Panama. *Mercator, Fortaleza*, v. 23, e23034, out. 2024.

PINGALI, Prabhu L. Green revolution: impacts, limits, and the path ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109, n. 31, p. 12302-12308, 2012.

POULTON, C.; KYDD, J.; DORWARD, A. Overcoming market constraints on pro-poor agricultural growth in Sub-Saharan Africa. *Development Policy Review*, v. 24, n. 3, p. 243–277, 2006.

RODRÍGUEZ-SÁENZ, D.; BIANCHI, E.; CAMPOS, A. El comercio internacional de productos agroalimentarios de América Latina y el Caribe y la transformación de los sistemas alimentarios. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2021.

RIVERO, Sérgio; ALMEIDA, Oriana Trindade de; ÁVILA, Saulo; OLIVEIRA, Wesley Pereira de. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, v. 19, p. 41-66, 2009.

SHEAHAN, M.; BARRETT, C. B. Review: food loss and waste in Sub-Saharan Africa. *Food Policy*, v. 70, p. 1–12, 2017.

SITHOLE, A.; OLORUNFEMI, O. D. Sustainable agricultural practices in Sub-Saharan Africa: a review of adoption trends, impacts, and challenges among smallholder farmers. *Sustainability*, 2024.

SOUSA, R. M.; FURTADO, M. B.; ARAÚJO, D. R.; OLIVEIRA, C. M.; CASTRO, R. D. Eficiência no uso dos nutrientes em solos tropicais propensos à coesão: alternativas de manejo. *Acta Tecnológica*, 2018.

THANH, D. N. Low external input sustainable agriculture (LEISA) in selected countries of Asia: regional workshop report and case studies. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, ago. 1996. Vietnã, 2011.

THIRTLE, C.; LIN, L.; PIESSE, J. The impact of research-led agricultural productivity growth on poverty reduction in Africa, Asia and Latin America. *World Development*, v. 31, n. 12, p. 1959-1975, 2003.

TORLESSE, H.; KIESS, L.; BLOEM, M. W. Association of household rice expenditure with child nutritional status indicates a role for macroeconomic food policy in combating malnutrition. *The Journal of Nutrition*, v. 133, n. 5, p. 1320-1325, 2003.

UNITED STATES. Agency for International Development (USAID). USAID's legacy in agriculture development: 50 years of progress. Washington, DC: Bureau for Food Security, 2016. Disponível em: <https://policycommons.net/artifacts/4749854/usaid-legacy-in-agriculture-development/5574385/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

VAN ASSELT, J. D. I.; BATTISTA, F.; KOLAVALLI, S.; UDRY, C. R.; BAKER, N. Performance and adoption factors for open pollinated and hybrid maize varieties: evidence from farmers' fields in Northern Ghana. Washington, DC: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2018.

VIEIRA-FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade. Brasília, DF: IPEA, 2017.

YOU, L.; RINGLER, C.; WOOD-SICHRA, U.; ROBERTSON, R.; WOOD, S.; ZHU, T.; SUN, Y. What is the irrigation potential for Africa? A combined biophysical and socioeconomic approach. Food Policy, v. 36, n. 6, p. 770–782, 2011.

WORLD BANK. Arable land (hectares). DataBank: Metadata Glossary. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/AG.LND.ARBL.HA>. Acesso em: 1 ago. 2025.

Revisão: 3 de outubro de 2025

Expediente

INSPER – Centro de Agronegócio Global

Coordenação Geral

Marcos Sawaya Jank

Pesquisadores

Gabriela Mota da Cruz
Cinthia Cabral da Costa (Embrapa Instrumentação)
Victor Martins Cardoso
Alberto Pfeifer

Leandro Gilio*
Luiz Arthur Chiodi
Hugo Jacques Kennedy

Contato

*leandroq3@insper.edu.br / <https://agro.insper.edu.br/>

Apoiadores institucionais



Redes sociais oficiais

LinkedIn:



Whatsapp:

