

## POSIÇÃO DO CIRAD

# Rumo a uma agricultura e sistemas alimentares mais resilientes face às mudanças climáticas no Sul





## Sumário

Rumo a uma agricultura e sistemas alimentares mais resilientes face às mudanças climáticas no Sul	3
Inovar para transformar os sistemas agroalimentares	3
Inovar nas práticas, variedades e sistemas integrados	3
Promover a agrobiodiversidade e a diversidade cultivada e natural como alavancas de resiliência	4
Gerenciar melhor os recursos naturais, alavancas de resiliência e de atenuação	5
Considerar a água como uma fonte de soluções	5
Produzir energia através da agricultura para enfrentar as alterações climáticas	5
Sequestro de carbono: uma importante alavanca para a atenuação e a adaptação	6
Reducir e atenuar as emissões de metano na agricultura	7
Agir para acelerar a ação climática nos territórios e com as políticas	7
Usar o território como chave de entrada para enfrentar as mudanças climáticas	7
Implementar a agroecologia através da agricultura familiar	8
Trabalhar a jusante nos sistemas alimentares... do desperdício no Norte à escassez no Sul	9
Desenvolver políticas públicas agrícolas para a atenuação e a adaptação, tanto no Norte como no Sul	10
Reorientar o financiamento da agricultura	10
Aprender coletivamente para agir: o papel das interfaces ciências-políticas	11

**Contactos:****Vincent Blanfort**

vincent.blanfort@cirad.fr

**Julien Demenois**

julien.demenois@cirad.fr

**Marie Hrabanski**

marie.hrabanski@cirad.fr

**Realização:** Delegação de Comunicação do Cirad (2025)**Foto da capa:** Savana arbórea, com espécie forrageira que produz folhagem na estação seca (*Acacia senegal*), na região do Ferlo, no Senegal)  
© S. Taugourdeau, Cirad**Nota:** Para facilitar a leitura e deixar o texto mais leve, o gênero masculino é utilizado de forma genérica neste documento. Ele serve para designar mulheres e homens, sem discriminação. Isto não impacta a atenção voltada pelo Cirad à paridade e à não discriminação fundada no gênero.

# Rumo a uma agricultura e sistemas alimentares mais resilientes face às mudanças climáticas no Sul

Os sistemas agrícolas e alimentares têm uma responsabilidade essencial: transformar-se profundamente para garantir, simultaneamente, a segurança alimentar, a sustentabilidade ambiental e a resiliência face à intensificação dos choques climáticos. A agricultura, os sistemas alimentares e as florestas ocupam, de fato, um lugar importante nas alterações climáticas atuais e futuras. Eles figuram dentre os mais expostos aos efeitos das mudanças climáticas. Secas, ondas de calor e inundações enfraquecem os recursos naturais e perturbam os sistemas alimentares, especialmente nos países do Sul, que são muito vulneráveis. Ao mesmo tempo, esses sistemas contribuem para quase um terço de todas as emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE), emissões que aumentaram, desde 1990, tanto a montante (produção de insumos) quanto a jusante da produção (transformação, transporte, distribuição, etc.). Os sistemas agroalimentares<sup>1</sup> encontram-se, assim, numa posição paradoxal: são simultaneamente vítimas e principais contribuintes nas alterações climáticas. Ao contrário de outros setores, como energia ou transporte, a agricultura e a alimentação dispõem, contudo, de um potencial único: reduzir as emissões de GEE e, ao mesmo tempo, sequestrar o carbono nos solos e na biomassa. O setor agrícola e florestal, bem como os demais usos da terra, indispensáveis à sobrevivência da humanidade, tornam-se, assim, parte da solução, combinando adaptação e atenuação. O desafio é ainda mais urgente, pois a população mundial deverá chegar a 10 bilhões de habitantes em 2100.

A partir de uma obra coletiva, que reúne cerca de 150 autores e autoras, cientistas do Cirad e seus parceiros propõem enfrentar o desafio da adaptação dos sistemas agroalimentares mundiais às

mudanças climáticas, e de sua atenuação. Para isso, identificaram três grandes categorias de soluções:

- Inovar em matéria de práticas agrícolas, seleção varietal e escala de concertação para a adaptação às alterações climáticas e sua atenuação.
- Mobilizar os recursos naturais, quer sejam relacionados a uma melhor gestão da água, da energia, do solo, ou ainda, à redução das emissões de metano agrícola, sobretudo no setor da pecuária.
- Melhorar e acelerar a ação climática: trata-se de conceber a luta contra as mudanças climáticas numa escala territorial, mas também nas cadeias de valor e no consumo alimentar, e desenvolver dispositivos institucionais, políticos e financeiros adaptados à urgência climática.

Este documento “Posição” baseia-se na obra coletiva *“L’agriculture et les systèmes alimentaires du monde face au changement climatique. Enjeux pour les Suds”* (“A agricultura e os sistemas alimentares mundiais face às alterações climáticas. Desafios para os países do Sul”). Os cientistas do Cirad e seus parceiros nele apresentam análises diversificadas que abrangem os desafios biofísicos, genéticos, agronômicos, sociais, institucionais e políticos relacionados às questões agrícolas, alimentares e florestais diante das mudanças climáticas.

*L’agriculture et les systèmes alimentaires du monde face au changement climatique. Enjeux pour les Suds*, Vincent Blanfort, Julien Demenois, Marie Hrabanski, coord., ed. Quæ, 2025, 414 p.  
<https://doi.org/10.35690/978-2-7592-4009-8>

## Inovar para transformar os sistemas agroalimentares

### Inovar nas práticas, variedades e sistemas integrados

As inovações técnicas e agronômicas desempenham um papel central para tornar os sistemas agrícolas mais resilientes e menos emissões. Um primeiro eixo prioritário reside na introdução de novas práticas culturais, na otimização dos ciclos de fertilização e na melhoria da gestão dos solos. Essas inovações visam aumentar a produtividade e, ao mesmo tempo, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e as perdas de recursos, especialmente em um contexto de crescente pressão climática. O uso de árvores (agrossilvicultura) na cafeicultura para aumentar o sequestro de carbono, manter a umidade e reduzir a temperatura é um exemplo emblemático desse tipo de inovação. Essas inovações permitem “enfrentar” temporariamente (por exemplo: itinerários técnicos atuais) ou se ajustar por alguns anos (por exemplo: agrossilvicultura) às mudanças climáticas, e são qualificadas como incrementais ou sistêmicas (cf. figura ao lado).

1. Os “sistemas agrícolas e alimentares” ou “agroalimentares” integram as atividades de pré-produção e de pós-produção, a produção no seio da exploração agrícola e a mudança de uso das terras.



Ilustração das diferentes formas de adaptação de acordo com a intensidade das mudanças climáticas, seu prazo e a escala envolvida  
Fonte: *L’agriculture et les systèmes alimentaires du monde face au changement climatique. Enjeux pour les Suds*, p. 311

## Biotecnologia e seleção varietal

Uma segunda vertente diz respeito ao uso de ferramentas biotecnológicas (como CRISPR/Cas9<sup>2</sup>) e à seleção de variedades mais adaptadas às restrições climáticas. No caso de culturas perenes emblemáticas, como o café ou a seringueira (particularmente afetadas pelas mudanças climáticas), os trabalhos com clones, os porta-enxertos ou as novas variedades permitem aumentar a resiliência diante do estresse hídrico e das doenças. Essas inovações genéticas contribuem para manter a produtividade em condições ambientais alteradas. No caso do café, diferentes níveis de organização (planta, parcela, paisagem, setor) são afetados por meio de várias vias de adaptação, como o uso das variedades arábica e robusta, tolerantes à seca, a pesquisa de genes de adaptação a altas temperaturas e à seca, ou ainda a substituição da variedade robusta por variedades híbridas “robusta x racemosa”, resistentes à seca.

## Agrossilvicultura e sistemas integrados

Além das abordagens técnicas, a inovação passa pela implementação de sistemas integrados que combinam técnicas clássicas de agroecologia (uso de composto, biocarvão, bactérias fixadoras de nitrogênio) e a conservação de mosaicos e continuidades paisagísticas para favorecer a regulação biológica das pragas. A agrossilvicultura, ao associar árvores e culturas, permite restaurar a fertilidade dos solos, ao mesmo tempo em que aumenta a sequestração de carbono, também melhorando a regulação hídrica e reforçando a resiliência às secas. Os estudos de caso também mostram que essas práticas promovem a sustentabilidade das plantações e diversificam e garantem a renda dos pequenos produtores.

## Adaptação das práticas locais e dos pequenos produtores

A eficácia das inovações depende da sua apropriação pelos pequenos produtores. As práticas de exploração variam significativamente de acordo com os contextos regionais. Os dispositivos de inovação devem, portanto, ser acompanhados por formações, redes de experimentação e de um apoio institucional para que possam ser realmente adotados. A adaptação deve combinar conhecimentos científicos e locais para responder às restrições socioeconômicas dos agricultores.

## Promover a agrobiodiversidade e a diversidade cultivada e natural como alavancas de resiliência

A agrobiodiversidade, ou seja, a biodiversidade no meio agrícola, desempenha um papel fundamental na adaptação dos sistemas agrícolas face às mudanças climáticas. Ela engloba a diversidade genética, específica e agroecossistêmica, todas interligadas. Valorizar essa diversidade permite otimizar o uso de recursos como a água ou o CO<sub>2</sub>, reduzir as restrições relacionadas ao calor e aumentar a tolerância das culturas.

## Complementaridade entre espécies e variedades

Para enfrentar as mudanças climáticas, um dos principais eixos da pesquisa sobre a agrobiodiversidade é a exploração das complementaridades intra e interespecíficas. Em nível individual, isso pode ser feito por meio de misturas varietais, híbridos, enxertos, ou ainda, de associações com a microbiota do solo. A título de exemplo, a

nível mundial, os sistemas agroflorestais baseados em cacauzeiros estão sendo progressivamente substituídos por monoculturas sem sombra. No entanto, vários estudos mostram que os sistemas agroflorestais tradicionais (como a cabruca, plantação de cacau à sombra de árvores de uma floresta nativa desbastada, no Brasil) podem reduzir os impactos negativos acarretados pelas mudanças climáticas. A sua conservação deve ser um objetivo importante das políticas agrícolas regionais.

## Seleção e aprimoramento das plantas

Os programas de seleção varietal mobilizam a diversidade cultivada e natural para criar variedades tolerantes à seca, às altas temperaturas ou às doenças. As ferramentas modernas, desde a seleção participativa até as biotecnologias, ampliam o leque de possibilidades. A diversidade genética constitui, assim, um reservatório para inventar novas soluções adaptadas aos cenários climáticos futuros. Este reservatório já está sendo utilizado na África sudanesa-saheliana, por exemplo, onde a associação de culturas é praticada, entre outras, com o modelo combinando sorgo e feijão-fradinho. A grande diversidade de variedades locais ou selecionadas é utilizada devido à sua adaptação aos contextos pedoclimáticos locais (rendimento mais estável, produtividade melhorada).

## Co-construção de inovações entre conhecimentos locais e pesquisa agronômica

Por fim, é importante lembrar que essas práticas são baseadas em conhecimentos agrícolas ancestrais, amplamente presentes na agricultura familiar tropical. O desafio consiste em combinar essas práticas tradicionais com a pesquisa científica contemporânea para construir sistemas agrícolas sustentáveis e agroecológicos. Isso requer uma estreita cooperação entre agricultores, selecionadores e pesquisadores, para que as inovações possam ser construídas em conjunto.

Fazenda de criação de gado na Amazônia Francesa (Guyane), onde se organiza uma paisagem mista de pastagens e florestas.  
© V. Blanfort, Cirad



2. Técnica de edição genética que permite cortar e modificar o DNA de forma direcionada e precisa, como uma “tesoura molecular”.

# Gerenciar melhor os recursos naturais, alavancas de resiliência e de atenuação

Em meio a um contexto de crescente concorrência pelos recursos naturais, a adaptação às alterações climáticas revela-se extremamente complexa.

Embora existam soluções técnicas, se não houver uma coerência entre elas, serão acarretados efeitos perversos ou pouco eficazes.

## Considerar a água como uma fonte de soluções

Para responder à escassez da água, muitos governos estão investindo em grandes infraestruturas hidráulicas (barragens, canais, redes de abastecimento). Soluções consideradas “inovadoras” (reutilização de águas residuais, dessalinização) aumentam a oferta localmente, mas também podem gerar altos custos energéticos, impactos ecológicos negativos e desigualdades de acesso. Na agricultura, o sistema de irrigaçãogota a gota, que deveria economizar água, às vezes faz com que haja um aumento das áreas irrigadas, acentuando a pressão global. Essas inovações demonstram a utilidade da técnica, mas também suas limitações se não forem integradas a uma gestão regulamentada e global dos recursos.

## Agroecologia e gestão da água: um potencial ainda subestimado

A agroecologia surge como um modelo resiliente face às alterações climáticas, favorecendo a infiltração e a retenção de água nos solos, mas continua a estar pouco integrada nas políticas climáticas, o que freia a sua difusão. Baseia-se em práticas como a agrossilvicultura, a diversificação das culturas, a conservação dos solos, a utilização de serviços climáticos ou a seleção de variedades tolerantes, valorizando a agrobiodiversidade. Essas práticas melhoraram a eficiência hídrica e aumentam a resiliência agrícola, mas seus efeitos continuam difíceis de serem medidos em grande escala. Existem experiências bem-sucedidas em grande escala, por exemplo, na Índia (Andhra Pradesh), que combinam economia de água e aumento dos rendimentos.

## Uma governança da água ainda insuficiente e fragmentada

A Gestão integrada dos recursos hídricos, lançada na década de 1990, tinha como objetivo coordenar os usos e os atores. Ela permitiu avanços em matéria de planejamento e conhecimento, mas a sua aplicação é desigual. Muitas agências de bacias hidrográficas carecem de recursos e a governança continua fragmentada. As restrições impostas em períodos de seca revelam carências estruturais. Ademais, as mudanças climáticas ainda são pouco integradas: muitas vezes, as ferramentas existentes são simplesmente rotuladas como “adaptação”, sem que haja alguma inovação real. O novo paradigma rural, promovido pela OCDE, incentiva abordagens territorializadas e integradas, envolvendo mais as comunidades locais. Na França e na Tunísia, algumas iniciativas territoriais reforçaram a coerência das políticas hídricas e envolveram os atores locais no planejamento. Essas iniciativas promissoras exigem autoridades locais dotadas de recursos, competências e legitimidade.

## A importância da participação e da concertação

A participação cidadã tornou-se um princípio incontornável, apoiado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e pelos doadores. Isso se traduz através de consultas e pelo recurso à ciência cidadã, promovendo a transparência e a inclusão. No entanto, os mecanismos de participação têm, muitas vezes, um impacto limitado sobre as decisões, devido à falta de recursos, de vontade política ou de avaliações sólidas. Para superar essas limitações, recomenda-se desenvolver abordagens participativas em vários níveis, instaurar uma verdadeira cultura de participação, envolver os atores desde a concepção dos dispositivos e implementar um acompanhamento rigoroso de seus impactos sociais e ambientais.

## Produzir energia através da agricultura para enfrentar as alterações climáticas

A agricultura depende fortemente da energia, especialmente da energia fóssil, o que contribui para as emissões de GEE. No entanto, ela também pode se tornar produtora de energia renovável, reduzindo assim sua pegada de carbono. A biomassa agrícola (resíduos lignocelulósicos, resíduos, cascas) pode produzir calor ou eletricidade. Da mesma forma, a metanização transforma resíduos orgânicos em biogás que pode ser utilizado localmente ou injetado nas redes, ao mesmo tempo em que fornece um digestato fertilizante. No entanto, sua valorização requer infraestruturas adequadas e uma logística dispendiosa.

## Ambivalência dos biocombustíveis

Os biocombustíveis, especialmente os de primeira geração (transformação direta de produtos agrícolas, como o bioetanol produzido a partir do milho e da cana-de-açúcar), acarretam um problema de concorrência com a alimentação (principalmente na Ásia). Os biocombustíveis de segunda geração (produzidos a partir das partes não comestíveis das plantas) e de terceira geração (produzidos a partir do cultivo de algas em tanques fora do solo) oferecem alternativas mais sustentáveis, mas menos conhecidas até o momento.

## Jazidas de biomassa, renováveis, mas não ilimitados

As energias renováveis, como os depósitos de biomassa provenientes de resíduos (partes não alimentares dos cultivos) ainda disponíveis em grande quantidade, especialmente em alguns países do Sul, são algumas das soluções promissoras. O uso dessas energias deve, contudo, ser algo regulamentado para que se possa evitar conflitos de uso, preservar a segurança alimentar e limitar as desigualdades sociais. O desenvolvimento energético agrícola requer, assim, uma governança territorial inclusiva, uma regulamentação

rigorosa e uma vigilância acerca dos efeitos ambientais, sociais e geopolíticos. Por fim, embora esse recurso seja “renovável”, ele não é ilimitado, especialmente porque suas principais fontes [florestas e agricultura] estão sendo enfraquecidas cada vez mais pelo aquecimento global.

### Agrivoltaísmo: consequências sobre os terrenos

O agrivoltaísmo combina a produção agrícola e a energia fotovoltaica numa mesma superfície, permitindo, em teoria, reconciliar ambos os objetivos de produção agrícola e de energia. Pelo fato de um dos objetivos declarados consistir na preservação das terras agrícolas, geralmente considera-se que a produção agrícola destes sistemas deve continuar a ser um objetivo importante, ainda que a energia seja mais rentável. Por extensão, instalações como estufas agrícolas equipadas com painéis solares também podem ser consideradas sistemas agrivoltaios. No entanto, o desenvolvimento do agrivoltaísmo levanta tensões fundiárias e riscos de apropriação indevida em detrimento da agricultura, muitas vezes em benefício de grandes grupos industriais.

### Sequestro de carbono: uma importante alavanca para a atenuação e a adaptação

O solo é um dos maiores reservatórios de carbono terrestre, armazenando mais do que a atmosfera e a biomassa vegetal juntas. Essas reservas encontram-se principalmente no solo das florestas [30%] e das pastagens [30% a 35%] e, em menor escala, no solo das terras cultivadas [15%]. Doravante, a gestão dos solos é um

ponto-chave no controle dos fluxos de carbono na luta contra as mudanças climáticas. Ela representa o maior potencial de redução de emissões na agricultura, especialmente em sistemas de pecuária que mobilizam recursos pastados e colhidos. Mas os estoques de carbono do solo são frágeis e podem ser alterados pelas próprias mudanças climáticas, pelas mudanças no uso da terra e pelas práticas que afetam, nomeadamente, a matéria orgânica do solo. O desmatamento, a agricultura intensiva e o pastoreio excessivo empobreceram consideravelmente esses estoques, reduzindo, ao mesmo tempo, a capacidade de captura de CO<sub>2</sub> dos solos e as suas funções ecológicas. Restaurar a matéria orgânica do solo permite não só capturar o CO<sub>2</sub> atmosférico, mas também melhorar a fertilidade, a estrutura e a capacidade de retenção de água. Os solos ricos em carbono ganham resiliência contra secas, inundações e estresses climáticos. A sua restauração constitui uma alavanca central na luta contra as alterações climáticas.

### Abordagens territoriais e integradas

A sequestração de carbono nos solos não pode ser pensada apenas na escala de uma única parcela. Ela exige uma abordagem sistêmica, integrando os fluxos de biomassa, o ciclo do carbono e do nitrogênio, a gestão de nutrientes e a competição entre usos (alimentares, energéticos, forrageiros). Na África Ocidental, por exemplo, os resíduos da colheita são utilizados, ao mesmo tempo, como adubo orgânico, forragem para o gado e combustível doméstico. As estratégias devem, portanto, ser pensadas à escala da exploração e do território para otimizar as sinergias. As políticas públicas têm um papel crucial a desempenhar na coordenação desses usos e na implementação de incentivos adaptados.

Testes de validação de um protótipo de estufa alimentada com calor proveniente de cascas de castanha de caju no Senegal © T. Ferré, Cirad



## Estratégias “sem arrependimentos” vs. “desajustes”

Embora algumas práticas almejam aumentar rapidamente o armazenamento de carbono, elas podem se revelar contraproducentes a longo prazo. Assim, as plantações clonais de espécies de crescimento rápido armazenam carbono a curto prazo, mas, muitas vezes acabam empobrecendo os solos e fragilizando os ecossistemas. Esses “desajustes” devem ser evitados. Por outro lado, existem estratégias “sem arrependimentos”: restauração de solos degradados, cobertura vegetal permanente, agrossilvicultura diversificada. Elas têm a vantagem de reforçar simultaneamente a resiliência agrícola, a segurança alimentar e a regulação climática. Elas devem estar no âmago das políticas de transição agroecológica.

Assim, a captura de carbono não deve ser considerada como uma solução única ou milagrosa. Ela deve ser integrada a uma transição agroecológica mais ampla, combinando práticas agrícolas sustentáveis, governança territorial e políticas públicas incentivadoras.

## Reducir e atenuar as emissões de metano na agricultura

Desde o acordo de Paris [2015] e o compromisso global relativo ao metano ( $\text{CH}_4$ ) [Global Methane Pledge], as emissões de metano [segunda maior fonte de emissões de GEE depois do  $\text{CO}_2$ ] têm sido alvo de uma atenção especial. Frequentemente associadas às emissões de  $\text{CO}_2$  (pecuária) ou de  $\text{N}_2\text{O}$  (cultivo de arroz) através de processos de emissão conjuntos, as emissões de metano podem ser reduzidas por meio de vários tipos de ações.

### Otimização do regime alimentar dos ruminantes

A produção animal é um dos setores mais controversos nos debates sobre as alterações climáticas. A FAO calcula que 40% das emissões totais dos sistemas agroalimentares sejam provenientes do setor pecuário [das quais quase metade é resultante da fermentação entérica dos ruminantes]. A primeira solução baseia-se na otimização dos regimes alimentares para limitar a metanogênese no rúmen. A melhoria da qualidade das forragens, a adição de lipídios ou aditivos [como os inibidores de metano ou certas algas] permitem reduzir a produção de  $\text{CH}_4$  sem afetar a produtividade animal.

Essas abordagens são particularmente promissoras em sistemas intensivos. Na África Ocidental, é possível reduzir em até 30% as emissões de metano entérico em bovinos, introduzindo folhas de leguminosas arbustivas na ração.

### Gestão de efluentes da pecuária e produção de biogás

Os dejetos animais (esterco e chorume) representam outra fonte importante de metano. Além de soluções básicas, como cobrir as fossas ou promover a compostagem arejada, trata-se, principalmente, de desenvolver a metanização, que transforma o  $\text{CH}_4$  em energia útil. Um relatório da Agência Internacional de Energia de 2023 estima que 70% do potencial mundial de biogás provém da agricultura, sendo que uma parte significativa é proveniente do estrume animal. Em 2040, esse potencial poderá aumentar em mais de 50%, dos quais 35% são provenientes do estrume animal.

### Adaptação das práticas de cultivo de arroz

A rizicultura em áreas alagadas gera metano por decomposição anaeróbica (cerca de 30% do metano agrícola). Técnicas como o escoamento intermitente (alternância entre inundação e drenagem) ou a gestão controlada da água permitem reduzir significativamente as emissões de  $\text{CH}_4$ . Elas são acompanhadas por um melhor uso dos insumos e, às vezes, por uma economia de água, mas requerem treinamento e uma adaptação local das práticas agrícolas.

### Implementação de incentivos e de políticas adequadas

Além das soluções técnicas, e para acompanhar a sua adoção, são necessárias ferramentas políticas e econômicas: pagamentos por serviços ambientais, regulamentações internacionais, transferências tecnológicas e formações. Essas medidas garantem que a redução do metano não acabe prejudicando a renda agrícola nem a segurança alimentar, especialmente nos países do Sul.

## Agir para acelerar a ação climática nos territórios e com as políticas

### Usar o território como chave de entrada para enfrentar as mudanças climáticas

As mudanças climáticas são frequentemente descritas como um desafio global, mas suas manifestações concretas são sempre vividas localmente, nas cidades, no campo ou nas bacias hidrográficas. Cada território combina vulnerabilidades específicas — secas, inundações, incêndios — e recursos particulares, como o capital social, os conhecimentos técnicos ou as infraestruturas. Consequentemente, a abordagem territorial surge como uma entrada fundamental para enfrentar as alterações climáticas.

### Respostas multisectoriais e contextualizadas

A abordagem territorial favorece a saída das lógicas em silos, integrando as dimensões sociais, econômicas e ambientais. Ela permite conceber respostas adaptadas aos contextos locais, com base num conhecimento aprofundado das dinâmicas territoriais e das complementaridades espaciais. Na cidade de Paragominas, um novo dispositivo de pagamento por serviços ambientais, o Paragoclima, diz respeito aos agricultores que respeitam um plano de ordenamento territorial estabelecido pelas autoridades públicas após consulta. O código ambiental organiza o uso das terras de acordo com suas aptidões. Ele desenha paisagens mistas compostas por

florestas, pastagens e terras agrícolas, capazes de gerar renda e, ao mesmo tempo, regular os ciclos da água e do carbono, em um habitat favorável à biodiversidade. O mecanismo de financiamento baseia-se em uma sobretaxa adicionada às contas de água das famílias conectadas à rede pública de água potável.

### Uma alavanca para a justiça climática

As abordagens territoriais colocam a questão da equidade no centro da luta climática. Elas visam assegurar que as populações mais vulneráveis não sejam as únicas a arcarem com os custos e que, pelo contrário, possam se beneficiar das soluções implementadas. Elas também buscam garantir um acesso equitativo aos recursos naturais, reconhecer as responsabilidades diferenciadas e incluir as comunidades na governança. O programa PACTE, na Tunísia, ilustra essa lógica pela criação de plataformas locais onde moradores, instituições e a sociedade civil concebem conjuntamente planos de desenvolvimento destinados a territórios rurais marginalizados. Esses dispositivos permitem reduzir as desigualdades e reforçar a autonomia das comunidades, ainda que bloqueios institucionais ou a reprodução de hierarquias sociais possam frear essas ambições.

### Articular as escalas de ação

As iniciativas territoriais possuem um grande potencial, mas permanecem limitadas se não forem articuladas com as políticas regionais, nacionais e internacionais. Os circuitos alimentares curtos, por exemplo, não reduzem necessariamente a pegada de carbono se não forem acompanhados por infraestruturas logísticas adequadas e por uma coordenação a outros níveis. Na Amazônia, a estratégia Paragoclima ilustra a integração de uma trajetória de desenvolvimento de baixo carbono que associa agricultura, silvicultura e biodiversidade, enquanto no Congo, uma plataforma multisectorial conecta as escolhas de planejamento local às decisões nacionais. Essas experiências mostram que a mudança de escala não pode se resumir à simples replicação de iniciativas locais, mas exige uma co-construção complexa entre territórios e instituições.

## **Implementar a agroecologia através da agricultura familiar**

A agricultura familiar reúne cerca de 90% das explorações agrícolas em todo o mundo. Estas ocupam cerca de 80% das terras agrícolas e produzem mais de 75% dos alimentos mundiais. As pequenas propriedades (< 2 ha) representam cerca de 85% das fazendas, mas apenas 10% das terras e 35% da produção alimentar. Embora, em sua diversidade, as agriculturas familiares possam ou não atenuar as emissões de GEE e serem ágeis ou não para se adaptarem às mudanças climáticas, os trunfos estruturais das fazendas familiares (ancoragem territorial, conhecimentos locais, diversidade de sistemas, sinergias entre agricultura e pecuária, lógicas de reciclagem, solidariedade) coincidem com os princípios da agroecologia. Consequentemente, as famílias agrícolas, enraizadas nos territórios e ricas em conhecimentos locais, dispõem de um elevado potencial de adaptação através da agroecologia.

### Agroecologia: uma inovação sistêmica para a adaptação e a atenuação

A agroecologia não é apenas uma prática agrícola inovadora desenvolvida à escala da parcela. Ela leva em consideração as interações entre os solos, as plantas, os animais, as famílias, as comunidades e os territórios. Ela tem como base os dez princípios da FAO (diversidade, eficiência, reciclagem, sinergias, conhecimentos, cultura alimentar, resiliência, valores sociais, governança responsável, economia circular e solidária). As propriedades familiares, em toda a sua diversidade, estão bem posicionadas para incorporar essa visão sistêmica (diversidade de produções, integração dos conhecimentos locais e transmitidos, articulações entre escalas, etc.). Consequentemente, inserindo-se numa transição agroecológica, elas oferecem, ao mesmo tempo, um potencial de atenuação através da redução do uso de insumos externos, da reciclagem e das sinergias entre a agricultura e a pecuária, do desenvolvimento da agrossilvicultura e da diversidade cultivada, ou ainda, do recurso à economia circular. As propriedades familiares demonstram grande

O Programa de adaptação às mudanças climáticas em territórios rurais vulneráveis (Pacte), na Tunísia, tem como objetivo melhorar a governança dos recursos naturais e fortalecer a adaptação às mudanças climáticas nos territórios rurais. © Pacte



capacidade de adaptação, graças, nomeadamente, à diversidade cultivada e animal procurada, às capacidades de resiliência social e organizacional, à utilização dos conhecimentos locais e a um forte enraizamento territorial. O apoio à agricultura familiar, nomeadamente através do desenvolvimento da agroecologia, torna-se uma estratégia de segurança alimentar e de estabilidade ecológica.

## Políticas públicas para a transição agroecológica e a justiça climática

Embora a agricultura familiar em todo o mundo disponha de um elevado potencial de adaptação através da agroecologia, isso não é automático, uma vez que nem todas as agriculturas familiares se orientam espontaneamente rumo à agroecologia: algumas permanecem nos modelos convencionais. A transição agroecológica depende de compromissos políticos, de financiamentos substanciais e de uma mudança de escala nas políticas públicas. A transição exige políticas inclusivas, adaptadas à diversidade das situações. O potencial da agricultura familiar deve ser apoiado por diversos instrumentos públicos (acesso à terra, financiamento, pesquisa, formação). No entanto, atualmente, apenas 0,3% do financiamento público internacional para o clima é direcionado às pequenas fazendas familiares, o que ilustra uma discrepância entre o potencial reconhecido e os recursos mobilizados.

## Trabalhar a jusante nos sistemas alimentares... do desperdício no Norte à escassez no Sul

Embora as relações entre a produção agrícola e as mudanças climáticas tenham sido bem estudadas, as relações entre as etapas de pós-produção (transformação, armazenamento, transporte, distribuição) e o consumo são muito menos conhecidas. No entanto, elas estão, ao mesmo tempo, fortemente expostas (interrupções no abastecimento, aumento dos preços, estresse hídrico, riscos sanitários) e contribuem significativamente (quase um terço das emissões globais de GEE). Contudo, os países industrializados, com suas dietas carnívoras, seus transportes internacionais e suas enormes necessidades de refrigeração, são responsáveis por uma parte significativa das emissões de GEE, o que os torna um alvo prioritário para a atenuação.

Rebanho de bovinos e pequenos ruminantes pastando no Ferlo sene-galês no início da estação chuvosa



A transição não pode depender apenas dos atores privados ou dos consumidores. As autoridades públicas devem criar ambientes favoráveis em três níveis: [i] Cognitivo: por meio da educação, da regulamentação da publicidade e do apoio à pesquisa; [ii] Material: atuando no planejamento urbano comercial, na tributação, nos preços dos alimentos e na acessibilidade para as famílias vulneráveis; [iii] Social: influenciando as normas alimentares por meio de formadores de opinião ou regulamentações coletivas.

Transformar esses ambientes também requer o reequilíbrio da governança alimentar, para dar mais peso aos cidadãos e estabelecer um verdadeiro contrato social alimentar que seja capaz de conciliar a justiça social, a saúde e o clima.

## Atenuação e adaptação na transformação, transporte e armazenamento

Na transformação, existem várias alavancas: diagnósticos energéticos, recurso a energias renováveis, valorização da biomassa proveniente de subprodutos, ou ainda, processos de fermentação sóbrios. As embalagens são um desafio central, sendo a sua redução na fonte a medida mais eficaz. O armazenamento refrigerado, responsável por 43% da energia consumida na distribuição, requer gases refrigerantes menos poluentes e uma melhor gestão. O transporte representa 5 a 20% das emissões e, nos países ricos, a relocalização das cadeias produtivas, o transporte de carga com baixas emissões de carbono e os hubs territoriais são estratégias prioritárias. Por fim, a redução das perdas e do desperdício (9% das emissões mundiais) continua sendo uma prioridade, com medidas adaptadas a cada contexto: cadeia de produtos frescos com baixo consumo de energia nos países do Sul, otimização das encomendas e sensibilização dos consumidores nos países industrializados.

## Avaliar melhor o impacto do carbono sobre a agricultura

As três alavancas apresentadas nesta nota representam, para o Cirad, as transformações indispensáveis para uma agricultura e sistemas alimentares mais resilientes às mudanças climáticas no Sul. Mas a eficiência deles não será garantida sem que haja um reforço dos métodos de avaliação dos impactos do setor agrícola sobre as mudanças climáticas. De fato, os métodos atuais de avaliação do impacto de carbono continuam sendo, muitas vezes, heterogêneos, incompletos, não integrativos ou insuficientemente adaptados aos contextos locais. Reforçar essas ferramentas é, portanto, algo essencial para que seja possível quantificar melhor os impactos, identificar as alavancas de ação e avaliar a eficácia das práticas agrícolas sustentáveis, contribuindo, assim, para pilotar de forma mais eficaz as políticas climáticas do setor agrícola.

Trata-se de:

- Reforçar e harmonizar os métodos de medição, de reporting e de verificação das emissões e do armazenamento de carbono em diferentes escalas – explorações, setores e territórios.
- Desenvolver indicadores comuns e bases de dados compartilhadas entre instituições científicas, poderes públicos e atores agrícolas, a fim de garantir a comparabilidade e a confiabilidade das avaliações.

A integração sistemática dessas avaliações nos processos de tomada de decisão, planejamento e financiamento permitirá orientar as políticas públicas, os incentivos econômicos e os programas de certificação para práticas com menor pegada de carbono. Por fim, a implementação deverá basear-se num maior apoio à pesquisa e à inovação em matéria de ferramentas de monitoramento do carbono e de avaliação ambiental das práticas agrícolas.

## Sobriedade e adaptação através do consumo

As famílias têm um papel fundamental a desempenhar. A atenuação passa por práticas sóbrias: meios de transporte ecológicos para as compras, redução das embalagens, refrigeração doméstica mais eficiente, cozimento menos energético, batch-cooking [cozinhar diversas refeições de uma só vez]. Mas o impacto mais significativo reside nas mudanças alimentares, especialmente nos países industrializados: reduzir o consumo calórico excessivo, limitar as proteínas animais em favor de dietas mais vegetais e diminuir os produtos ultraprocessados. Essas evoluções devem, no entanto, levar em conta as especificidades culturais, econômicas e geográficas. A adaptação, por sua vez, baseia-se em práticas antigas ou reinventadas: diversificação alimentar, armazenamento, solidariedade social, retomada da autoprodução ou mobilidade em caso de crise. Essas estratégias reforçam a resiliência diante da escassez ou da crescente volatilidade dos preços.

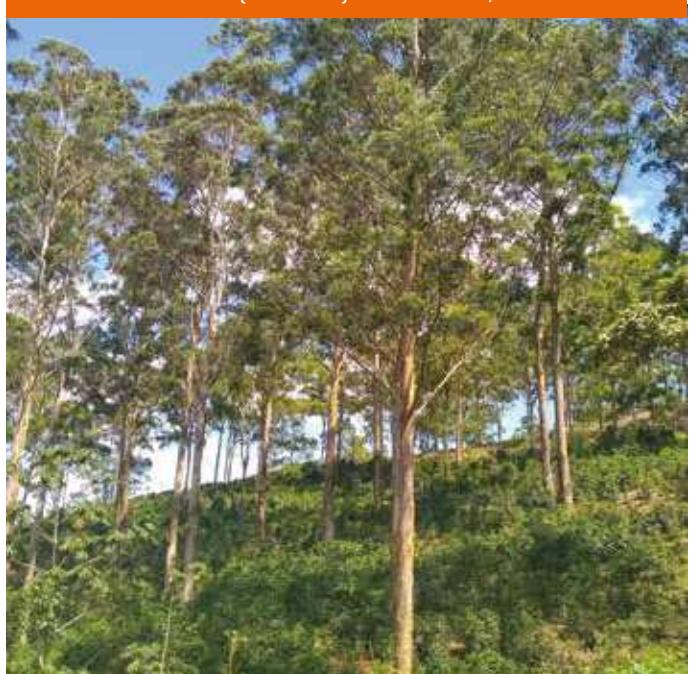
## Desenvolver políticas públicas agrícolas para a atenuação e a adaptação, tanto no Norte como no Sul

Desde o início dos anos 2000, os países vêm integrando progressivamente as mudanças climáticas às suas políticas agrícolas e alimentares, sob o impulso da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima e do Acordo de Paris. No entanto, os percursos de institucionalização diferem significativamente.

### Rumo a políticas mais estruturadoras

Apesar dos avanços, o desenvolvimento de políticas agrícolas e alimentares ambiciosas e eficazes enfrenta obstáculos institucionais, tanto no Norte como no Sul. De fato, pode acontecer que a institucionalização, numa escala nacional, exista “no papel”, mas que a implementação concreta continue sendo insuficiente. As trajetórias nacionais mantêm, de fato, bloqueios específicos: a França recicla seus instrumentos sem reforma estrutural, o Brasil sobrepõe planos sem coerência, o Senegal permanece preso numa lógica de projetos, a Colômbia multiplica abordagens sem coor-

Plantação de café, consorciada com eucaliptos para garantir o sombreamento ideal [Costa Rica] © J. Demenois, Cirad



denação. Na Colômbia e no Senegal, a dependência com relação aos financiamentos externos gera precariedade e desigualdades territoriais. Além disso, os modelos agrícolas existentes são raramente questionados: por exemplo, a agroindústria domina no Brasil e o produtivismo continua sendo central na França. O fato de as mudanças climáticas competirem com outras questões (biodiversidade, energia, emprego, água) fragmenta ainda mais a ação pública e reduz o alcance transformador das políticas.

Para superar essas limitações, é necessária uma reorientação das políticas públicas. Em primeiro lugar, é necessário articular o planejamento nacional e a governança local a fim de evitar as desigualdades territoriais, como as que podemos observar na América Latina ou no Sahel. Além disso, o fortalecimento dos financiamentos públicos e a criação de dispositivos perenes permitiria sair da lógica de curto prazo dos projetos. A integração multissetorial é essencial para superar o isolamento agrícola: água, energia, terras e alimentação são fatores que devem ser pensados em conjunto. Por fim, a transformação passa por um questionamento dos modelos agrícolas dominantes. Nem o produtivismo francês nem o agronegócio brasileiro permitem uma adaptação real e duradoura. As políticas futuras deverão ser inspiradas na agroecologia e em abordagens mais inclusivas, para que se possa conciliar resiliência, sustentabilidade e justiça social.

## Reorientar o financiamento da agricultura

### Um déficit estrutural de financiamentos para a agricultura face às alterações climáticas

Desde 2020, vários estudos internacionais (FAO, Fida, Climate Policy Initiative, Banco Mundial) destacam a falta crônica de financiamentos dedicados à adaptação e à atenuação na agricultura. A parcela dos financiamentos climáticos destinados a esse setor é pequena, em diminuição e é distribuída de forma desigual: a agricultura familiar, apesar de ser majoritária nos países do Sul, é amplamente deixada de lado. Este déficit explica-se pela dependência histórica da ajuda pública ao desenvolvimento e pelos ajustes estruturais que enfraqueceram os apoios à agricultura. As estimativas indicam que seriam necessários entre 300 e 350 bilhões de dólares anuais para transformar os sistemas alimentares de forma sustentável. Diante dessa lacuna, diversos atores públicos e privados – organizações internacionais, bancos de desenvolvimento, fundos de investimento, grandes empresas agroalimentares – propõem soluções centradas nas finanças de mercado, colocando a relação risco/rendimento no âmago da alocação de capitais.

### Instrumentos financeiros inovadores: promessas e limites

Para compensar o déficit, os atores internacionais promovem dois tipos de ferramentas financeiras. Os financiamentos mistos combinam fundos públicos e privados para reduzir os riscos inerentes aos investimentos na agricultura sustentável. A União Europeia, a Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Rabobank lançaram fundos dedicados à agrossilvicultura, às energias renováveis e à proteção das florestas. Os mercados de carbono constituem outra alavanca, com projetos de agrossilvicultura ou de agricultura regenerativa apoiados pela aquisição voluntária de créditos de carbono por multinacionais (Microsoft, Danone). Esses instrumentos mobilizam novos capitais, mas seus resultados continuam a ser decepcionantes: o subfinanciamento persiste, os pequenos agricultores permanecem excluídos e o setor financeiro capta uma grande parte dos lucros. Além disso, a sustentabilidade

real dos projetos é frequentemente criticada, com alguns sendo acusados de “apropriação verde” ou de ocultar práticas poluentes por trás de certificações questionáveis.

## Financiamentos públicos e prioridades a serem revistas

Diante das limitações do financiamento privado, vários relatórios propõem tornar mais ecológicas os auxílios públicos à agricultura. De cerca de US\$ 600 bilhões em subsídios globais, apenas uma pequena parte apoia explicitamente a conservação ou a adaptação. A redistribuição desses financiamentos para práticas sustentáveis seria uma alavanca importante, mas que enfrenta uma forte resistência política e social. Duas visões se opõem: um polo “reformador”, que defende a saída dos setores altamente emissores (pecuária, açúcar) e um polo “otimizador”, que aposta na melhoria da eficiência desses setores. Esses debates ilustram uma crescente financeirização das políticas agrícolas e climáticas, que privilegiam a lógica de mercado em detrimento de abordagens mais estruturais (impostos, reforma monetária). Consequentemente, a justiça social e a participação dos beneficiários continuam marginalizadas, enquanto os pequenos produtores permanecem à margem dos dispositivos.

## Aprender coletivamente para agir: o papel das interfaces ciências-políticas

As mudanças climáticas são um problema de complexidade sem precedentes: isto afeta, simultaneamente, o clima, a alimentação, a biodiversidade, a economia e as sociedades. Nenhum setor, nenhuma disciplina científica, nenhum ator político pode responder sozinho. Nesse contexto, as interfaces ciências-políticas públicas parecem ser dispositivos essenciais. Quer se trate de instituições, fóruns ou processos de diálogo, eles visam aproximar o mundo da pesquisa e o da decisão pública. O seu papel é duplo: traduzir os conhecimentos científicos especializados em opções políticas compreensíveis e operacionais, e integrar os valores sociais - tais como

a equidade, a solidariedade, a responsabilidade ou a eficácia - nas escolhas coletivas.

## As interfaces entre ciência e política como espaços de negociação e aprendizagem

As interfaces entre ciência e política funcionam como espaços de mediação e de negociação. Elas permitem confrontar interesses divergentes, gerenciar as assimetrias de poder e reforçar a legitimidade das políticas implementadas. Elas também desempenham um papel de aprendizagem coletiva, reunindo uma diversidade de atores: cientistas, governos, organizações internacionais, ONGs, sociedade civil e atores privados. Por meio desse diálogo, elas contribuem para questionar os paradigmas dominantes que travam as transformações e para ampliar o leque de soluções possíveis. Assim, elas se tornam alavancas para reinventar a ação pública diante do desafio climático.

Embora as interfaces entre ciência e política sejam promissoras, elas enfrentam vários obstáculos. A coprodução de conhecimentos continua sendo difícil, especialmente em um contexto de incertezas científicas e de uma crescente desconfiança em relação à experiência. Além disso, seu impacto é limitado pela fragmentação e pela falta de coordenação entre as múltiplas plataformas existentes. É essencial reforçar as sinergias entre as interfaces ciências-políticas que trabalham com o clima, a biodiversidade, a alimentação e a saúde, a fim de evitar as abordagens isoladas e de promover soluções integradas. A institucionalização da conectividade multinível entre interfaces pode ser alcançada, nomeadamente, por meio de grupos de trabalho conjuntos, de plataformas de dados compartilhados e da coprodução de relatórios para estabelecer referências comuns entre setores.

A eficácia das interfaces entre ciências e políticas também depende das dinâmicas políticas locais: abertura dos governos à pesquisa, capacidade dos atores de dialogar e superar as rivalidades de poder. Para serem sustentáveis, esses espaços devem dispor de recursos, competências e financiamentos adequados, evitando limitar-se a iniciativas temporárias. ■

A dança da água nos viveiros da Grande Muralha Verde [Ferlo, Senegal] © Cirad, V. Blanfort





**Cirad é a organização francesa de pesquisa agrícola e cooperação internacional para o desenvolvimento sustentável nas regiões tropicais e mediterrâneas.**

Juntamente com os seus parceiros, este gera conhecimentos e soluções para práticas agrícolas resilientes num mundo mais sustentável e unido. Este mobiliza a ciência, a inovação e a formação para alcançar os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Coloca a sua perícia ao serviço de todos, desde os produtores às políticas públicas, para promover a proteção da biodiversidade, as transições agroecológicas, a sustentabilidade dos sistemas alimentares sustentáveis, a saúde (das plantas, dos animais e dos ecossistemas), o desenvolvimento sustentável das zonas rurais e a sua resiliência face às alterações climáticas. Presente em todos os continentes, em cerca de cinquenta países, o CIRAD conta com as competências dos seus 1.750 funcionários, incluindo 1.200 cientistas, assim como de uma rede global de 200 parceiros. Este apoia a diplomacia científica da França.

O Cirad é um estabelecimento público industrial e comercial (EPIC), sob a dupla tutela do Ministério do Ensino Superior, da Pesquisa e do Espaço, e do Ministério da Europa e dos Negócios Estrangeiros.

