

CAPÍTULO 4

Integração de estratégias sustentáveis: Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e Sistemas Agroflorestais (SAFs) como alternativas ao enfrentamento da degradação ambiental

Jainny Juliany Mathias das Neves, Lessa Braz Lopes, Jodielli Santana de Andrade, Jozimara Teixeira de Souza, Fernanda Barcelos de Paula, Willian Moreira da Costa, Atanásio Alves do Amaral, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-45-9.c4>

Resumo

O meio ambiente pode ser compreendido como o conjunto de condições e interações que sustentam a vida na Terra, fornecendo recursos essenciais como água, oxigênio, nutrientes e habitats que abrigam a biodiversidade. Entretanto, a degradação ambiental, caracterizada pela deterioração dos recursos naturais, tem provocado desequilíbrios ecológicos decorrentes de ações antrópicas e processos naturais. Práticas como o manejo inadequado do solo, a emissão de poluentes e a exploração intensiva dos recursos contribuem para a degradação do ar, da água e do solo, além de intensificar as mudanças climáticas. Nesse contexto, o agronegócio, quando conduzido de forma não sustentável, pode agravar tais impactos, resultando em perda de biodiversidade, erosão e escassez hídrica. Por outro lado, a Agroecologia se apresenta como uma abordagem estratégica, ao promover práticas conservacionistas que favorecem a recuperação ambiental e o uso sustentável dos recursos naturais. Como instrumento de incentivo, destaca-se o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), política pública do Estado do Espírito Santo que remunera produtores pela adoção de práticas sustentáveis. O programa contempla modalidades conservacionistas e produtivas, incluindo Sistemas Agroflorestais (SAFs). Além disso, contribui para a redução do desmatamento, a mitigação da estiagem, o fortalecimento da segurança alimentar e a geração de renda para agricultores familiares.

Palavras-chave: Agroecologia. Conservação do solo. Serviços ecossistêmicos. Agricultura familiar. Segurança hídrica.

1. Introdução

O meio ambiente, conforme estabelecido pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente no Brasil, em seu artigo 3º, inciso I, refere-se ao “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (Brasil, 1981). Trata-se de um sistema complexo e dinâmico, essencial para a manutenção da vida na Terra, ao fornecer recursos indispensáveis como ar, água, solo e uma ampla diversidade de habitats.

No entanto, a degradação ambiental representa a deterioração progressiva desse sistema, resultante, sobretudo, de perturbações associadas às atividades humanas insustentáveis. Entre essas, destacam-se a poluição, a exploração desordenada dos recursos naturais e as mudanças climáticas induzidas pela emissão de gases de efeito estufa, que têm provocado impactos significativos na integridade dos ecossistemas e na qualidade de vida das populações humanas e não humanas (Johnson, 1997; Souza, 2015; 2018; Krüger *et al.*, 2022; Shetty *et al.*, 2023) (Figura 1).



Figura 1. Principais indicadores da degradação agrícola e biológica. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

A intensificação das atividades agrícolas sem a devida consideração dos limites ecológicos configura-se como um dos principais vetores de degradação

ambiental na atualidade. A utilização excessiva de insumos químicos, a expansão de monoculturas e a supressão da vegetação nativa contribuem diretamente para a perda de biodiversidade, a erosão do solo e a degradação dos recursos hídricos (Souza *et al.*, 2025; Souza, 2025).

Tais práticas resultam no empobrecimento dos solos e na redução de sua capacidade produtiva ao longo do tempo (Macedo; Zimmer, 1993; Costa *et al.*, 2018). Além disso, esses impactos extrapolam o âmbito produtivo, afetando diretamente a saúde humana e comprometendo a qualidade ambiental das áreas rurais, evidenciando a necessidade de transição para modelos mais sustentáveis de produção (Souza *et al.*, 2021) (Figura 2).



Figura 2. Degradação ambiental: como um evento desencadeia uma série de impactos. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Sob essa ótica, a promoção de práticas agrícolas sustentáveis e a valorização da agroecologia assumem papel estratégico na mitigação da degradação ambiental dos agroecossistemas. A agroecologia emerge como uma abordagem integradora, que alia conhecimentos científicos e saberes tradicionais, promovendo sistemas produtivos mais resilientes, diversificados e ambientalmente equilibrados. Essa perspectiva contribui não apenas para a conservação dos recursos naturais, mas também para o fortalecimento das dimensões sociais e econômicas da agricultura, especialmente no âmbito da agricultura familiar (Souza, 2011; Souza *et al.*, 2021).

Diante desse cenário, destaca-se a importância dos serviços ambientais, entendidos como os benefícios gerados pelos ecossistemas que contribuem para o bem-estar humano. Esses serviços incluem a regulação do clima, a conservação da água, a manutenção da fertilidade do solo e a preservação da biodiversidade (Muradian *et al.*, 2010; Coelho *et al.*, 2021). Segundo Souza *et al.* (2021), a valorização desses serviços constitui um elemento fundamental para a construção de sistemas produtivos sustentáveis, ao reconhecer o papel dos agricultores como agentes ativos na conservação ambiental.

Nesse sentido, o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) tem se consolidado como um importante instrumento de política pública, amplamente adotado em diferentes países. Trata-se de um mecanismo econômico que visa incentivar práticas conservacionistas por meio da compensação financeira a produtores rurais e comunidades que contribuem para a manutenção ou recuperação dos serviços ecossistêmicos. Essa abordagem favorece a conservação da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos e a mitigação das mudanças climáticas (Coelho *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2021; Trugilho *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2024). Paralelamente, a adoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs) representa uma alternativa promissora para a integração entre produção agrícola e conservação ambiental (Figura 3).

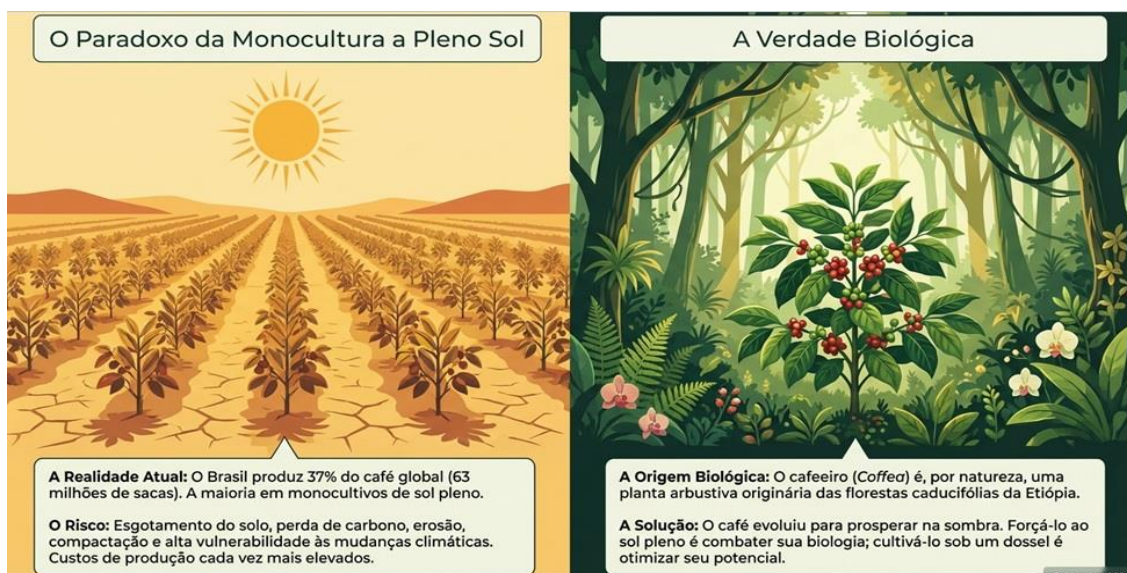


Figura 3. Sistemas agroflorestais e seus benefícios ecossistêmicos. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Esses sistemas caracterizam-se pela combinação intencional de espécies arbóreas com cultivos agrícolas e, ou, criação de animais, promovendo uma série de benefícios ecológicos e produtivos. Entre esses, destacam-se a melhoria da fertilidade do solo, a redução da erosão, o aumento da biodiversidade e o sequestro de carbono, além de maior estabilidade econômica para os agricultores (Wandelli; Ocidental, 2010; Steenbock *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2021).

Portanto, para mitigar os impactos da degradação ambiental ao longo das etapas de implantação, manejo e comercialização das culturas, torna-se fundamental que os órgãos públicos e instituições de apoio ampliem a divulgação dos serviços ambientais e incentivem o planejamento e a adoção de sistemas agroflorestais. Essas ações devem ser acompanhadas por instrumentos legais, políticas públicas eficazes e incentivos financeiros, promovendo condições adequadas para a transição agroecológica e o fortalecimento de modelos produtivos sustentáveis (Abdo; Valeri; Martins, 2008; Souza *et al.*, 2021).

2. Degradação ambiental: uma introdução às causas e consequências

A degradação ambiental refere-se ao conjunto de processos que comprometem a qualidade e a funcionalidade dos ecossistemas, reduzindo sua capacidade de sustentar a vida e de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais à sociedade. Trata-se de um fenômeno multifacetado, resultante da interação entre fatores naturais e, sobretudo, das pressões antrópicas associadas a modelos de desenvolvimento insustentáveis (Odum, 1988; Souza, 2011; 2018).

Entre as principais causas desse processo, destacam-se o desmatamento, a expansão de monoculturas, o uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos, a urbanização desordenada e a exploração excessiva dos recursos naturais (Figura 4). Tais práticas estão frequentemente vinculadas a uma lógica produtivista que prioriza ganhos econômicos de curto prazo em detrimento da conservação ambiental e do equilíbrio ecológico (Altieri, 2012; Gliessman, 2015; Souza, 2018; Souza *et al.*, 2021).

Como consequências, observam-se a perda da biodiversidade, a degradação física, química e biológica do solo, a escassez e contaminação dos

recursos hídricos, além do agravamento das mudanças climáticas globais. Esses impactos comprometem diretamente a segurança alimentar, a saúde humana e a qualidade de vida, afetando de maneira mais intensa as populações em situação de maior vulnerabilidade socioeconômica (FAO, 2019; IPCC, 2021).



Figura 4. Evolução das taxas anuais de desmatamento no Brasil entre 2019-2022. Fonte: Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Diante desse cenário, torna-se fundamental promover práticas sustentáveis que integrem produção e conservação ambiental. Nesse contexto, a agroecologia destaca-se como uma abordagem estratégica, ao propor sistemas produtivos baseados na diversidade, na ciclagem de nutrientes e no fortalecimento das interações ecológicas. Ao valorizar os saberes locais e reduzir a dependência de insumos externos, a agroecologia contribui para a resiliência dos agroecossistemas e para a construção de um modelo de desenvolvimento mais equilibrado, inclusivo e duradouro (Souza, 2011; Gliessman, 2015; Souza, 2018; Souza *et al.*, 2025b; Souza, 2025).

2.1. Degradação, impactos e externalidades ambientais

As transformações no meio ambiente acompanham a evolução do ser humano enquanto ser social, envolvendo a incorporação de novos meios,

tecnologias e técnicas, tanto na produção econômica quanto nos mecanismos voltados à melhoria do bem-estar social. Contudo, parte dessas transformações tem gerado impactos e externalidades negativos significativos, destacando-se, no debate sociopolítico contemporâneo, a problemática da degradação ambiental (Silva; Felizmino; Oliveira, 2015; Souza, 2018; Souza, 2025; Souza *et al.*, 2025b).

Nesse contexto, o conceito de áreas ou paisagens degradadas refere-se a espaços que sofreram processos de perturbação capazes de comprometer suas funções ecológicas, resultando na perda ou redução de propriedades essenciais, como a capacidade produtiva dos recursos naturais, envolvendo diretamente componentes bióticos e abióticos (Brasil, 1989; Almeida, 2016).

O processo de degradação ambiental pode ocorrer de diversas formas, sendo decorrente tanto de atividades antrópicas quanto de fatores naturais (Figura 5). Trata-se de um fenômeno complexo, associado a múltiplas causas que afetam diferentes regiões do mundo, promovendo a perda da biodiversidade e comprometendo a conservação e a manutenção dos ecossistemas (Lemos, 2001; Souza, 2015; Pereira Junior; Pereira, 2017; Souza, 2018).

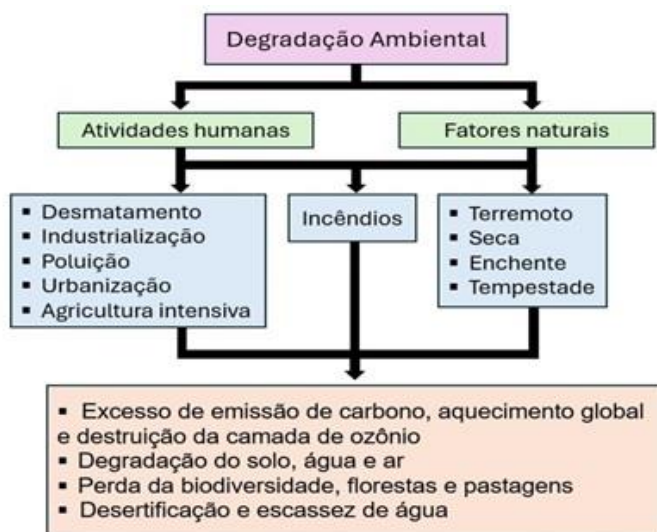


Figura 5. Visão geral dos principais vetores econômicos e sociais da degradação ambiental. Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Entre as principais atividades que impulsionam esse processo, destacam-se o desmatamento excessivo, a urbanização desordenada, o manejo agrícola

intensivo e a queima de combustíveis fósseis no contexto da industrialização. Essas práticas resultam na emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para o aquecimento global, a alteração dos padrões climáticos e a intensificação de eventos extremos, com impactos diretos sobre o equilíbrio dos ecossistemas e o bem-estar das populações humanas, tanto em áreas rurais quanto urbanas (Choudhary; Chauhan; Kushwah, 2015; Souza, 2015; 2018; 2025).

Diante desses incontestáveis impactos negativos sobre o meio ambiente, Layrargues (2002) destaca que o uso inadequado dos recursos naturais decorre, em grande medida, do desconhecimento acerca de seus efeitos colaterais, bem como da insuficiente aplicação do conhecimento ecológico nas atividades produtivas, o que resulta em prejuízos significativos ao equilíbrio ambiental.

Ademais, esse cenário é agravado pela lógica predominante em determinados setores do sistema produtivo, envolvendo organizações, instituições e corporações, que prioriza a maximização de ganhos econômicos no curto prazo, em detrimento da sustentabilidade dos recursos naturais (Figura 6).



Figura 6. Gráfico comparativo da velocidade de perda de cobertura vegetal nativa em diferentes biomas brasileiros (2019-2022). Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Tal perspectiva contribui para a intensificação da exploração ambiental e sustenta uma visão equivocada de que o patrimônio ambiental não deve ser

reconhecido como um bem coletivo, mas apropriado como um recurso de natureza individual, comprometendo, assim, os princípios de equidade e responsabilidade socioambiental (Couto; Silva, 2014; Souza, 2025).

2.2. Desmatamento e agricultura intensiva

A degradação ambiental tem se intensificado de maneira expressiva em todos os biomas brasileiros, com incremento aproximado de 20%, sendo o desmatamento apontado como o principal fator responsável por esse processo (Figura 7). Nesse contexto, o agronegócio destaca-se como o principal vetor dessa dinâmica, respondendo por cerca de 97% da supressão da vegetação nativa (MapBiomass, 2022).



Figura 7. Matriz da destruição no Brasil: 90,10% da perda de vegetação nativa concentrada em dois biomas (2019-2022). Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Assim, observa-se que grande parte das alterações ambientais verificadas no país está diretamente associada à expansão das atividades agropecuárias. No cenário brasileiro, essa problemática adquire contornos ainda mais complexos, uma vez que o setor agropecuário exerce papel estratégico na economia nacional, sendo responsável pela geração de emprego e renda, além

de contribuir significativamente para o Produto Interno Bruto (Pinto *et al.*, 2019; Souza, 2025; 2025a).

De acordo com o Relatório Anual de Desmatamento (RAD) do MapBiomas (2022), que reúne e sistematiza dados de todo o território nacional e de seus diferentes biomas, a área desmatada no Brasil apresentou um aumento de aproximadamente 22,3% no período analisado. Foram identificados, validados e refinados 76.193 alertas de desmatamento, totalizando cerca de 2.057.251 hectares. Considerando o intervalo entre 2019 e 2022, desde a implantação do RAD, foram registrados mais de 303 mil eventos de desmatamento, que somam aproximadamente 6,6 milhões de hectares: uma área equivalente a cerca de uma vez e meia o território do estado do Rio de Janeiro. Esses números evidenciam a magnitude e a persistência do problema no contexto nacional (Figura 8).

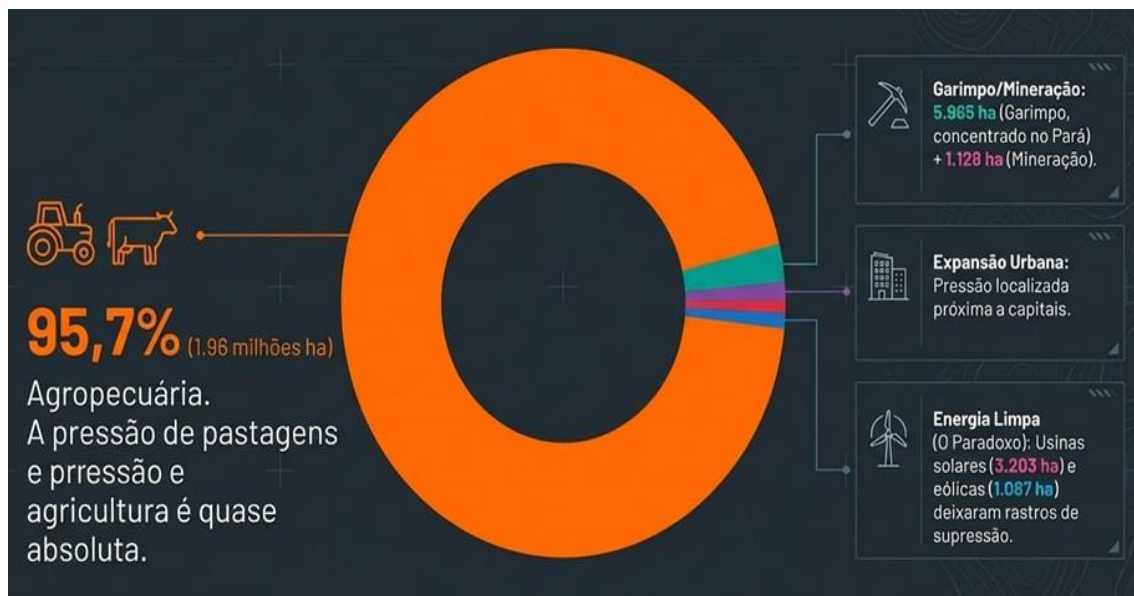


Figura 8. Distribuição dos principais vetores de pressão que impulsionam o desmatamento no Brasil. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Em contrapartida, dados mais recentes apontam para uma redução expressiva do desmatamento no estado do Espírito Santo, que registrou queda de aproximadamente 60% no ano de 2024 (MapBiomas, 2025). Esse resultado pode estar associado a mudanças graduais no comportamento produtivo, com

maior conscientização por parte dos produtores acerca dos impactos ambientais de suas práticas, bem como à ampliação e fortalecimento de políticas públicas voltadas à sustentabilidade, a exemplo do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

No contexto capixaba, a agricultura foi identificada como o principal vetor do desmatamento, estando presente em 96,6% dos casos registrados (Figura 9). Em escala nacional, esse setor também apresenta forte influência, sendo responsável por aproximadamente 86,4% da supressão da vegetação no bioma Mata Atlântica (MapBiomas, 2022). Esses dados revelam que as regiões agrícolas do estado enfrentam desafios significativos relacionados à degradação ambiental, sobretudo em função do uso intensivo do solo para o cultivo de café, a formação de pastagens e outras atividades produtivas (Barreto; Sartori; Dadalto, 2012; Trugilho *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2025).

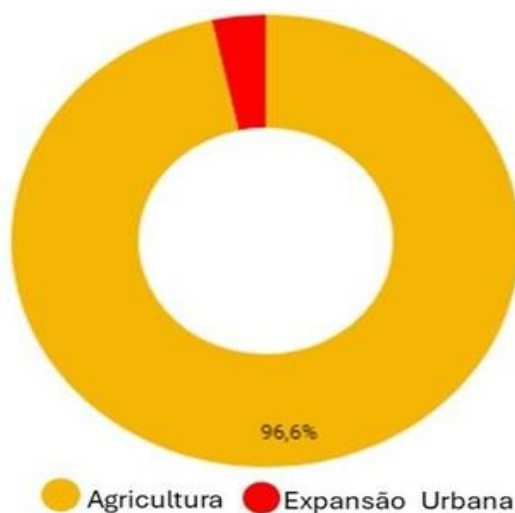


Figura 9. Participação da agropecuária e expansão urbana. Fonte: MapBiomas Alerta, 2022.

Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de promover uma transição para modelos produtivos mais sustentáveis, capazes de conciliar a produção agrícola com a conservação dos recursos naturais. Essa mudança de paradigma exige não apenas a adoção de práticas conservacionistas, mas também o fortalecimento de instrumentos econômicos e políticas públicas que incentivem a sustentabilidade no meio rural, como os Sistemas Agroflorestais (SAFs) e os programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), os quais

se apresentam como alternativas viáveis para mitigar os impactos da degradação ambiental e promover maior equilíbrio entre produção e conservação.

O desmatamento associado às atividades agrícolas caracteriza-se, sobretudo, pela supressão da vegetação nativa, frequentemente realizada por meio da derrubada de florestas e da queima da biomassa, com o objetivo de viabilizar a abertura de novas áreas para a implantação de sistemas de monocultivo (Silva; Ribeiro, 2004; Souza, 2015; 2018; 2025). Esse processo, além de alterar profundamente a estrutura dos ecossistemas, compromete funções ecológicas essenciais, como a regulação climática, a conservação do solo e a manutenção da biodiversidade.

Em muitos casos, a atividade agropecuária é conduzida com base em técnicas altamente mecanizadas e intensivas que, embora aumentem a produtividade no curto prazo, tendem a gerar impactos negativos significativos sobre os recursos naturais. Dentre essas práticas, destacam-se o uso intensivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos, que podem provocar contaminação do solo e da água, além de afetar organismos não-alvo e reduzir a qualidade ambiental dos agroecossistemas (Barros, 2009; Silva *et al.*, 2025; Souza, 2025).

De acordo com Deus e Bakonyi (2012), na agricultura intensiva, é comum a exploração quase total dos recursos naturais disponíveis na área de cultivo, com ênfase na maximização da produção em larga escala. Nesse modelo, observa-se, frequentemente, a ausência de planejamento ambiental adequado, bem como a baixa adoção de estratégias voltadas à recuperação de áreas degradadas e à recomposição da vegetação nativa, o que contribui para a continuidade dos processos de degradação ambiental (Figura 10).

Por outro lado, o Ministério do Meio Ambiente (2016) destaca que o Brasil tem demonstrado esforços no sentido de promover a sustentabilidade na produção agrícola. Entre as iniciativas, destacam-se o incentivo à agricultura familiar, às práticas extrativistas sustentáveis e aos sistemas de base orgânica e agroecológica, por meio da implantação de políticas públicas e programas específicos. No entanto, considerando a dimensão e a relevância do setor agropecuário no país, tais esforços ainda demandam ampliação e maior adesão

por parte dos produtores, de modo a consolidar uma transição efetiva para modelos produtivos mais sustentáveis (Figura 11).



Figura 10. A régua da ilegalidade no Brasil (2023): 99% das áreas desmatadas apresentam irregularidades. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

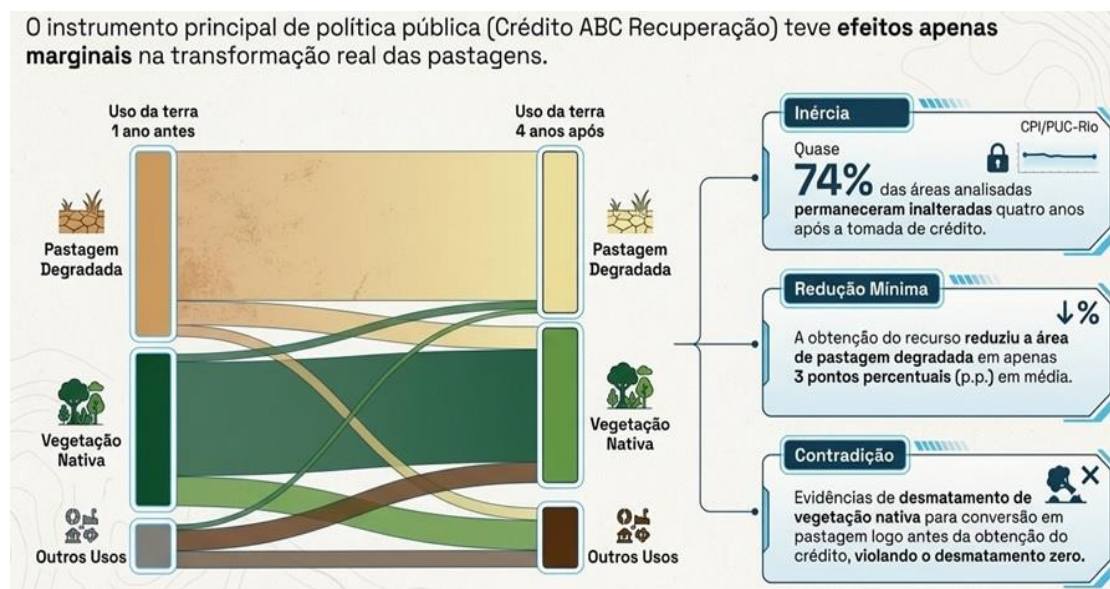


Figura 11. Comparação entre as metas de redução de emissões (expectativas) e as emissões reais (realidade) no Brasil em um período de 4 anos. (Crédito ABC). Fonte: Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

2.3. Degradação do solo

No contexto da degradação do solo, diversas consequências tornam-se evidentes, destacando-se a redução da produtividade das terras, o que resulta na diminuição da produção agrícola e no aumento dos custos de produção. Esse aumento está associado, sobretudo, à maior necessidade de utilização de insumos externos com o objetivo de restabelecer a fertilidade do solo. Como consequência, observa-se perda de competitividade no setor agropecuário, além da redução da atividade produtiva, em função da menor disponibilidade de áreas férteis para a criação de rebanhos e o cultivo de lavouras. Esse cenário repercute diretamente na economia, promovendo retração nos níveis de renda e emprego, e agravando as condições de vida da população (Sampaio; Araújo; Sampaio, 2005; Bernardi, 2025; Souza, 2025).

Esses problemas decorrem de uma combinação de fatores que contribuem para o processo de degradação do solo em diferentes regiões do mundo. Entre os principais, destacam-se a intervenção antrópica intensiva, o crescimento populacional e a adoção de práticas inadequadas na agropecuária (Balsan, 2006; Souza, 2015; 2018) (Figura 12).

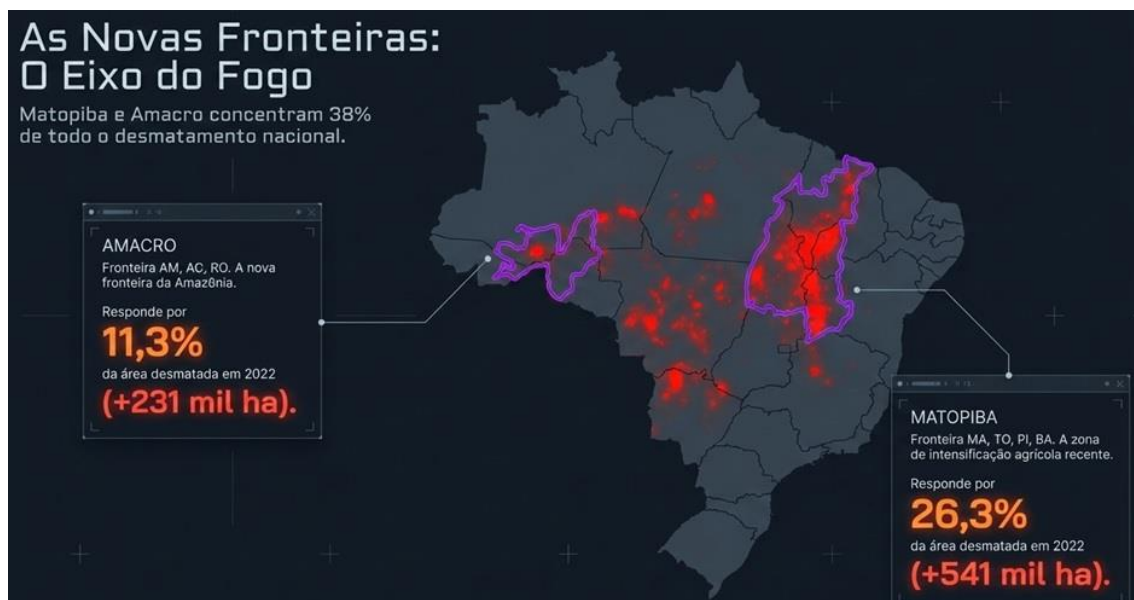


Figura 12. Expansão da fronteira agrícola no Brasil e sua correlação com o aumento de queimadas. Fonte: Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Nesse sentido, determinadas práticas e técnicas agrícolas exercem papel significativo na intensificação desses impactos, como o empobrecimento progressivo do solo, o uso excessivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos, a irrigação inadequada e, em alguns casos, intervenções tecnológicas que desconsideram os limites ecológicos dos sistemas produtivos. Além disso, certos fertilizantes podem alterar a composição nutricional dos produtos vegetais, evidenciando que os impactos da degradação extrapolam o solo e alcançam a qualidade dos alimentos (Gliessman, 2005; Domingues, 2024; Souza, 2025).

No estado do Espírito Santo, a degradação do solo em áreas agrícolas concentra-se, principalmente, nas atividades de pastagem e no cultivo de café, com maior incidência na região Noroeste. Essa condição está associada à fragilidade natural dos solos, à elevada erosividade das chuvas e à baixa cobertura vegetal. Estima-se que cerca de 238 mil hectares de pastagens e 118 mil hectares de cafezais apresentem algum grau de degradação (Laborsolo, 2016) (Figura 13).



Figura 13. Pastagem em avançado estágio de degradação. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Tais impactos geram consequências expressivas não apenas para os produtores rurais, mas também para o setor público e para a sociedade como um todo, incluindo a redução da produtividade do solo, o assoreamento de

curtos d'água, alterações no regime hidrológico, aumento da frequência de eventos extremos, como secas e enchentes, além da poluição física da água e danos à infraestrutura pública.

A intensificação das atividades agrícolas está diretamente relacionada ao agravamento da degradação do solo, especialmente quando associada a sistemas de exploração baseados no monocultivo. A ausência de cobertura vegetal adequada expõe o solo a processos erosivos, além de favorecer sua compactação, comprometendo sua estrutura e funcionalidade (Costa *et al.*, 2018). Em estágios mais avançados de degradação, observa-se a perda de nutrientes essenciais, a redução da matéria orgânica, o deslocamento de partículas do solo e o carreamento de resíduos sólidos e insumos químicos para fora das áreas de cultivo. Esses processos resultam na diminuição da eficiência produtiva e no comprometimento da sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Ferreira *et al.*, 2016; Souza, 2025a).

2.4. Degradação das pastagens

No Brasil, a degradação de pastagens configura-se como um problema amplamente disseminado, estando, em grande parte, associada ao manejo inadequado e à utilização ineficiente de tecnologias, assistência técnica e insumos produtivos, especialmente em sistemas nos quais a pecuária não é conduzida sob bases técnicas e gerenciais consolidadas (Figura 14). Essa condição resulta em significativa subutilização do potencial produtivo das pastagens, caracterizando-se por um processo contínuo de redução da capacidade de suporte e da produtividade ao longo do tempo (Dias-Filho, 2017).

Esse processo de degradação manifesta-se por meio de diferentes indicadores, como a diminuição da cobertura vegetal, o aumento da presença de plantas invasoras, a compactação do solo e a redução da fertilidade. Tais fatores comprometem não apenas o desenvolvimento vegetativo das forrageiras, mas também o desempenho zootécnico dos animais, afetando diretamente os índices produtivos da pecuária. Como consequência, há necessidade crescente de abertura de novas áreas para manter os níveis de produção, o que contribui para

a expansão do desmatamento e intensifica os impactos ambientais (Souza, 2015; 2018).



Figura 14. Evidências visuais de degradação do solo em área de pastagem, como solo exposto e sinais de erosão laminar e ravinamento. Fonte: Acervo Maurício Novaes, 2024.

Além disso, a degradação das pastagens está frequentemente associada à ausência de práticas de manejo sustentável, como a adubação equilibrada, o controle da taxa de lotação e a adoção de sistemas de rotação de pastagens (Figura 15). A falta dessas estratégias acelera o esgotamento dos recursos naturais e compromete a resiliência dos sistemas produtivos frente às variações climáticas. Nesse contexto, torna-se fundamental a adoção de práticas conservacionistas e tecnologias adaptadas às condições locais, capazes de promover a recuperação das áreas degradadas e aumentar a eficiência produtiva de forma sustentável (Souza, 2025a).

Essa extensa área de pastagens, frequentemente conduzida sob sistemas monoculturais em solos de baixa fertilidade e submetida a manejo inadequado, representa um fator de risco significativo para a sustentabilidade da pecuária, em razão da elevada suscetibilidade ao processo de degradação. A degradação das pastagens configura-se, desde os anos da década de 1990, como um dos principais desafios à produção animal, caracterizando-se como um processo

dinâmico de deterioração gradual, marcado pela redução contínua da produtividade ao longo do tempo (Macedo; Zimmer, 1993; Zimmer *et al.*, 2012).

Nível 1 (Leve)	Status: Pastagem ainda produtiva. Sintomas: Pequenas áreas descobertas, rebrota lenta. Queda de Suporte: ~20%
Nível 2 (Moderado)	Status: Em degradação acelerada. Sintomas: Aumento da infestação de daninhas. Queda de Suporte: 30% a 50%
Nível 3 (Forte)	Status: Degradação Agrícola consolidada. Sintomas: Aumento excessivo de invasoras, proporção de forrageira muito baixa. Queda de Suporte: 60% a 80%
Nível 4 (Muito Forte)	Status: Degradação Biológica. Sintomas: Predominância de solo descoberto, sinais evidentes de erosão. Queda de Suporte: Acima de 80%

Figura 15. Matriz de diagnóstico estruturada para classificar os 4 níveis da degradação do solo. Fonte: Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

No sistema de produção de bovinos a pasto, o planejamento e o controle adequado da oferta de forragem são fundamentais para assegurar a eficiência produtiva, maximizar o desempenho animal e reduzir riscos associados à variabilidade ambiental. Nesse sentido, estratégias como o manejo racional das pastagens, incluindo o ajuste da taxa de lotação e a adoção de sistemas de pastejo rotacionado, associadas à suplementação alimentar, constituem ferramentas essenciais para o planejamento e a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Pereira *et al.*, 2008; Souza, 2015; 2018).

A ausência de um planejamento racional do uso da terra, seja em decorrência de limitações técnicas, falta de assistência especializada ou das próprias condições socioeconômicas dos produtores, tem favorecido a intensificação de impactos negativos sobre os ecossistemas. Em muitos casos, esses impactos atingem níveis críticos, comprometendo a capacidade produtiva das áreas e promovendo processos de degradação ambiental (Figura 16). Como consequência, observa-se a redução da qualidade de vida, afetando não apenas

as populações rurais, mas também a sociedade de forma mais ampla (Saboya *et al.*, 2008; Souza, 2015).

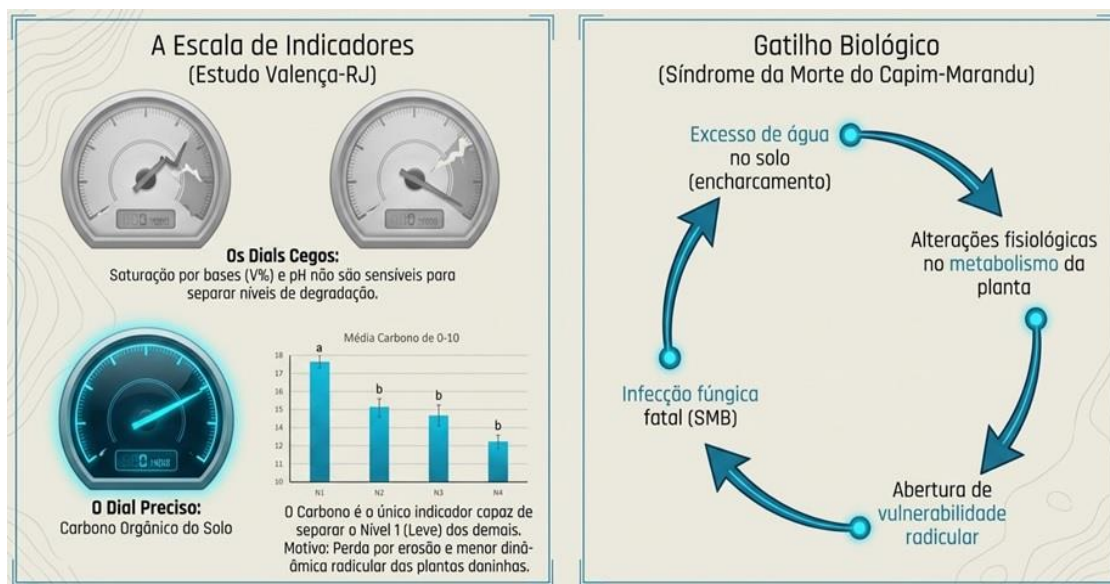


Figura 16. Inteligência subterrânea: diagrama dos principais indicadores e gatilhos que impulsionam a degradação do solo. Fonte: Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

2.5. Poluição da água

O Brasil detém aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de água doce, configurando-se como uma das maiores reservas hídricas do planeta. No entanto, esses recursos encontram-se distribuídos de forma desigual ao longo do território nacional, que se estende de 5°N a 34°S de latitude, sendo sua disponibilidade fortemente influenciada por fatores climáticos e hidrológicos (Tundisi, 2014).

Apesar dessa expressiva disponibilidade, a degradação e o uso indiscriminado dos recursos hídricos têm se intensificado, tornando-se uma preocupação crescente na sociedade contemporânea. A água, elemento essencial à manutenção da vida, desempenha papel fundamental em diversas atividades econômicas, incluindo o abastecimento humano, a produção agrícola e a geração de energia. Ainda assim, observa-se que esses recursos não recebem o nível de proteção compatível com sua importância, sendo

frequentemente submetidos ao desperdício, à contaminação e à poluição das fontes de água potável (Xavier; Medeiros, 2017; Souza, 2025a).

No contexto agropecuário, a poluição hídrica está fortemente associada ao carreamento de resíduos provenientes das atividades produtivas. Insumos como fertilizantes e defensivos agrícolas, quando utilizados de forma intensiva e sem manejo adequado, podem ser transportados pela água da chuva para rios, lagos e aquíferos. Esse processo resulta em alterações significativas nas características físico-químicas da água, como coloração, turbidez, temperatura e parâmetros como pH e pressão osmótica, comprometendo a qualidade dos ecossistemas aquáticos e tornando a água imprópria para múltiplos usos (Silveira; Sant'Anna, 1990; Braga; Lima, 2014; Souza, 2025).

No âmbito institucional, destaca-se a Lei nº 10.179, de 6 de fevereiro de 2014, que estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo e institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGERH/ES). Essa legislação tem como objetivos promover o uso sustentável da água, regulamentar a outorga de direitos de uso, implantar instrumentos econômicos, como a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, e incentivar a participação social por meio dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Além disso, a lei reforça a necessidade de preservação dos corpos d'água, recuperação de áreas degradadas, educação ambiental e monitoramento contínuo, visando à manutenção da qualidade e da disponibilidade hídrica (Brasil, 2014).

Diante desse cenário, a exploração intensiva e desordenada dos recursos naturais, associada às atividades agropecuárias e ao desenvolvimento tecnológico, tem gerado volumes crescentes de resíduos que impactam diretamente os corpos hídricos. Esses impactos promovem desequilíbrios ecológicos, comprometendo estruturas fundamentais para a manutenção da biodiversidade, como *habitats* e nichos ecológicos, além de afetar a qualidade de vida das populações humanas (Júnior; Pereira, 2017; Souza, 2018; 2025).

Nesse contexto, torna-se imprescindível a adoção de estratégias eficazes de mitigação, capazes de reduzir ou neutralizar os impactos negativos das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos. Tais estratégias devem estar fundamentadas em princípios de sustentabilidade, promovendo o uso racional

da água, a conservação dos ecossistemas e a integração entre produção e proteção ambiental (Maurya *et al.*, 2020; Hasnat *et al.*, 2022) (Figura 17).



Figura 17. Análise temporal da recuperação de áreas de pastagem: evolução de indicadores de solo após aplicação do arsenal de intervenção. Fonte: Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Diante do conjunto de evidências apresentadas, que incluem a degradação do solo, das pastagens e dos recursos hídricos, torna-se evidente que os modelos convencionais de uso da terra, baseados na exploração intensiva e pouco planejada dos recursos naturais, têm contribuído significativamente para o desequilíbrio dos agroecossistemas. Esse cenário reforça a necessidade de transição para abordagens mais integradas e sustentáveis, capazes de conciliar produção agrícola, conservação ambiental e bem-estar social (Souza *et al.*, 2025b).

Nesse sentido, destacam-se os instrumentos econômicos e ecológicos que incentivam práticas conservacionistas, como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e os Sistemas Agroflorestais (SAFs) (Figura 18). O PSA atua como mecanismo de valorização dos serviços ecossistêmicos, promovendo a compensação financeira a produtores que adotam práticas sustentáveis, especialmente aquelas voltadas à conservação da água, do solo e da biodiversidade (Trugilho *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2025).

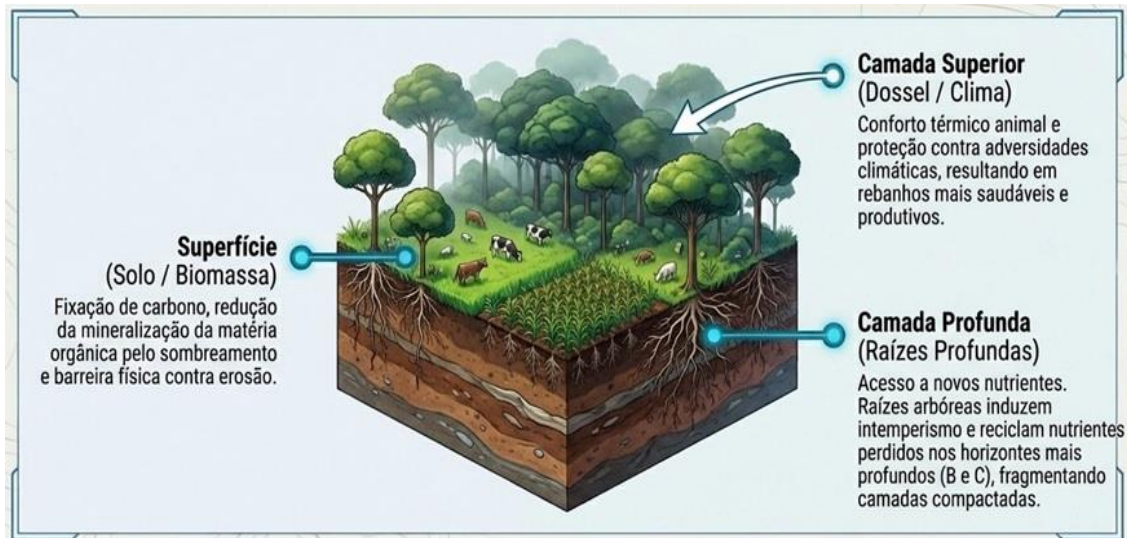


Figura 18. Estratificação vertical e ocupação de nichos em Sistemas Agroflorestais. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Por sua vez, os SAFs configuram-se como uma estratégia produtiva baseada na diversificação e na integração de espécies, contribuindo diretamente para a recuperação de áreas degradadas, a melhoria da qualidade do solo e a proteção dos recursos hídricos. A adoção desses sistemas favorece a ciclagem de nutrientes, a redução da erosão e o aumento da infiltração de água no solo, promovendo maior resiliência dos agroecossistemas frente às mudanças climáticas (Trugilho *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2025).

Dessa forma, a integração entre PSA e SAFs representa uma abordagem promissora para enfrentar os desafios da degradação ambiental, ao alinhar incentivos econômicos com práticas produtivas sustentáveis. Essa sinergia possibilita não apenas a mitigação dos impactos ambientais, mas também a promoção do desenvolvimento rural sustentável, especialmente no contexto da agricultura familiar, contribuindo para a construção de sistemas produtivos mais equilibrados, resilientes e socialmente justos.

3. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) configura-se como um instrumento de natureza econômica voltado ao incentivo financeiro a

proprietários e possuidores de terras que adotam práticas sustentáveis capazes de conservar, recuperar ou melhorar os serviços ecossistêmicos. Trata-se de um mecanismo que reconhece o papel dos produtores rurais como agentes fundamentais na manutenção dos recursos naturais, promovendo a internalização dos benefícios ambientais gerados por suas práticas (Wunder, 2005; Muradian *et al.*, 2010; Trugilho *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2025).

No ordenamento jurídico brasileiro, o PSA encontra respaldo na Lei nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal), que prevê a valorização dos serviços ambientais associados à conservação e ao uso sustentável dos ecossistemas. Entre os serviços contemplados, destacam-se: o sequestro e a manutenção de estoques de carbono, a conservação da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos, a regulação do clima, a valorização da beleza cênica, a preservação do conhecimento tradicional, bem como a conservação e melhoria da qualidade do solo. Ademais, o PSA também se relaciona diretamente à manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APPs), Reservas Legais e áreas de uso restrito (BRASIL, 2012).

Posteriormente, a Lei nº 14.119/2021 instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, consolidando esse instrumento no país e estabelecendo diretrizes para sua implantação. Essa legislação define o PSA como uma transação voluntária, na qual um ou mais provedores de serviços ambientais são remunerados por beneficiários, mediante a comprovação da provisão desses serviços, reforçando a importância de mecanismos de monitoramento e avaliação (BRASIL, 2021).

Cabe destacar que os objetivos do PSA estão diretamente alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) na Agenda 2030. Em especial, o PSA contribui para o alcance do ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima) e do ODS 15 (Vida terrestre), ao promover práticas que reduzem emissões de gases de efeito estufa, conservam ecossistemas terrestres e recuperam áreas degradadas (ONU, 2015). Além disso, pode contribuir indiretamente para outros objetivos, como o ODS 6 (Água potável e saneamento) e o ODS 2 (Fome zero e agricultura sustentável) (Figura 19).



Figura 19. Infográfico sobre SAFs no Brasil (2024) e sua relação com os ODS: impacto direto nos objetivos 13 (Ação Climática) e 15 (Vida Terrestre); indireto nos objetivos 2 (Fome Zero) e 6 (Água Limpa). Fonte: <https://ecofaq.com.br/o-que-sao-os-ods/>, 2024.

No contexto brasileiro, diversas iniciativas de PSA têm demonstrado resultados positivos tanto do ponto de vista ambiental quanto socioeconômico. Um exemplo relevante é o Programa Produtor de Água (PPA), coordenado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que incentiva produtores rurais a adotarem práticas conservacionistas voltadas à proteção de mananciais, à melhoria da qualidade da água e à recuperação de áreas degradadas. Nesse programa, os pagamentos estão condicionados à implantação de ações como cercamento de nascentes, recomposição de matas ciliares e adoção de práticas de conservação do solo e da água (ANA, 2012).

Estudos indicam que o PSA também exerce um importante papel motivacional, ao promover o engajamento dos produtores em ações coletivas voltadas à conservação ambiental. Nesse sentido, Benicá e Clemente (2021) destacam que os agricultores percebem o PSA não apenas como uma fonte de renda complementar, mas também como um reconhecimento social de sua contribuição para a preservação dos recursos naturais. Essa valorização tende

a fortalecer o compromisso com práticas sustentáveis e a ampliar a adoção de tecnologias conservacionistas no meio rural (Figura 20).



Figura 20. PSA como fonte de renda e reconhecimento social pela preservação. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (Gemini.google.com).

Entretanto, apesar dos avanços, a efetividade dos programas de PSA ainda enfrenta desafios, como a necessidade de ampliação da escala de implantação, o aperfeiçoamento dos mecanismos de monitoramento e a garantia de continuidade dos incentivos financeiros. Além disso, é fundamental que esses programas sejam articulados a outras estratégias de desenvolvimento rural sustentável, como a agroecologia e os Sistemas Agroflorestais (SAFs), de modo a potencializar seus impactos positivos e promover uma transição mais ampla nos sistemas produtivos (Engel; Pagiola; Wunder, 2008; Coelho *et al.*, 2021; Vieira *et al.*, 2025).

4. Programa Reflorestar

O Programa Reflorestar, desenvolvido pelo Governo do Estado do Espírito Santo, configura-se como uma política pública inovadora voltada à recuperação da vegetação nativa e à conservação dos recursos hídricos, fundamentada no

mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). A iniciativa tem como principal objetivo incentivar produtores rurais a adotarem práticas sustentáveis, como a restauração florestal, a implantação de Sistemas Agroflorestais (SAFs) e a conservação de áreas naturais, promovendo a integração entre produção agrícola e sustentabilidade ambiental (Trugilho *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2025).

Ao estimular a recomposição da cobertura vegetal e a proteção de nascentes e cursos d'água, o programa contribui significativamente para a melhoria da qualidade do solo, da água e da biodiversidade. Além disso, promove a geração de renda no meio rural e fortalece o protagonismo dos agricultores na construção de paisagens mais resilientes, evidenciando o papel estratégico da agricultura familiar na conservação dos recursos naturais.

4.1. O que é o Reflorestar?

O Programa Reflorestar foi instituído no estado do Espírito Santo por meio da Lei nº 9.864/2012, regulamentada pelo Decreto nº 3.182-R/2012, que estabelece diretrizes para a implantação do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Seu objetivo central é ampliar a cobertura florestal no estado, incentivando produtores rurais a adotarem práticas de conservação e recuperação ambiental, mediante compensação financeira pelos serviços ecossistêmicos prestados.

Nesse contexto, o programa reconhece o papel do produtor rural como agente fundamental na conservação ambiental, promovendo uma lógica de incentivo econômico que valoriza práticas sustentáveis e contribui para a mitigação dos impactos ambientais decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

❖ Modalidades Conservacionistas

O Programa Reflorestar contempla diferentes modalidades, dentre as quais se destacam as de caráter conservacionista:

✓ Floresta em Pé:

Destinada a propriedades que já possuem áreas com cobertura florestal nativa em estágio inicial ou mais avançado de regeneração. Nessas áreas, o

programa incentiva a manutenção da vegetação existente por meio de pagamentos diretos aos proprietários, caracterizando-se como PSA de longo prazo. Essa modalidade busca evitar a supressão da vegetação e garantir a continuidade dos serviços ecossistêmicos prestados.

○ **Regras:**

- A formação florestal nativa deve apresentar, no mínimo, estágio inicial de regeneração, conforme mapeamentos de uso do solo realizados no Estado do Espírito Santo (2007-2008);
- Podem ser incluídos sistemas agroflorestais com, no mínimo, 10 espécies nativas, incluindo formações do tipo cabruca;
- Área máxima elegível de até 10 hectares.

✓ **Regeneração Natural:**

Consiste no isolamento de áreas degradadas e na eliminação dos fatores que impedem a regeneração, permitindo que a vegetação se recupere de forma natural. Essa abordagem prioriza a restauração ecológica com menor intervenção direta, aproveitando o potencial regenerativo do ecossistema (Figuras 21 e 22).

○ **Regras:**

- A área não deve se caracterizar como formação florestal natural consolidada;
- Não pode ter sido suprimida de forma irregular ou estar sob obrigação legal de recuperação;
- Deve ser destinada a uso alternativo previamente;
- Deve estar localizado em zonas com médio a alto potencial de regeneração natural;
- Área máxima elegível de até 10 hectares.



Figuras 21 e 22. Área de regeneração natural. Fonte: MV gestão integrada, 2024.

✓ **Recuperação com Plantio:**

Essa modalidade consiste na restauração de áreas degradadas, ou com baixo nível de regeneração natural, por meio do plantio de mudas de espécies nativas do bioma Mata Atlântica, com o objetivo de restabelecer as funções ecológicas do ecossistema local. Trata-se de uma estratégia ativa de restauração, que busca acelerar o processo de recomposição da cobertura vegetal, promovendo a recuperação da biodiversidade, da estrutura do solo e dos serviços ecossistêmicos associados. A área máxima elegível nessa modalidade é de até 6 hectares (Figura 23).

○ **Regras:**

- A restauração por meio do plantio de essências nativas deve ser realizada com espécies do bioma Mata Atlântica, garantindo uma diversidade mínima de 10 espécies, exceto em situações em que haja justificativa técnica para a utilização de menor diversidade, como em casos de limitações edafoclimáticas;
- A distribuição dos indivíduos por espécie deve buscar a maior equitatividade possível, de modo a favorecer a diversidade estrutural e funcional do ecossistema;
- Na elaboração do projeto técnico, não é permitida a recomendação do uso de herbicidas em Áreas de Preservação Permanente (APPs), em consonância com os princípios de conservação e proteção desses ambientes sensíveis.



Figura 23. Ação de plantio de mudas nativas para recuperação de área degradada. Fonte: MV gestão integrada, 2024.

❖ Modalidades Produtivas

✓ Floresta Manejada:

Essa modalidade consiste no manejo sustentável de formações florestais, envolvendo árvores e palmeiras com potencial para exploração de produtos madeireiros e não madeireiros, sem a realização de corte raso. O manejo é conduzido de forma planejada, com definição de ciclos de corte, técnicas de baixo impacto e práticas que assegurem a regeneração natural da área, garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos ao longo do tempo. Trata-se, portanto, de uma estratégia que concilia produção econômica com conservação ambiental. A área máxima elegível é de até 2 hectares.

✓ Sistemas Agroflorestais (SAFs):

Os Sistemas Agroflorestais caracterizam-se pela integração, em uma mesma unidade de manejo, de espécies lenhosas perenes, como árvores, arbustos e palmeiras, com culturas agrícolas, a exemplo de café, milho e mandioca. Esses sistemas promovem simultaneamente a produção de alimentos e a conservação dos recursos naturais, sendo amplamente reconhecidos como estratégia sustentável de uso da terra (Figura 24).



Figura 24. Análise comparativa da produtividade e diversidade em sistemas de monocultura *versus* SAFs em processo de transição. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Além de favorecerem a diversificação produtiva e a distribuição da renda ao longo do ano, os SAFs contribuem para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a proteção dos recursos hídricos e a conservação da biodiversidade, especialmente em microbacias hidrográficas. A área máxima elegível nessa modalidade é de até 4 hectares.

○ **Regras:**

- O arranjo do SAF deve contemplar espécies distribuídas em, pelo menos, três estratos arbóreos, garantindo diversidade estrutural e funcional do sistema (Figuras 25 e 26):
 - **Extrato alto:** espécies com altura superior a 15 metros;
 - **Extrato médio:** espécies com altura entre 5 e 15 metros;
 - **Extrato baixo:** espécies com altura de até 5 metros;
- O extrato dominante não deve ultrapassar 60% da composição do sistema, evitando a predominância excessiva de uma única espécie ou grupo funcional;

- As espécies nativas devem representar, no mínimo, 10% da composição total, contribuindo para a conservação da biodiversidade e a manutenção das funções ecológicas locais.



Figuras 25 e 26. SAF de Café X Pupunha X Nativas (60% X 30% X 10%): campos mostrando a estrutura vertical e horizontal do sistema. Fonte: MV gestão integrada, 2024.

✓ **Sistemas Silvipastoris (SSPs):**

Os Sistemas Silvipastoris consistem na integração permanente, em uma mesma unidade de manejo, de espécies arbóreas com pastagens destinadas à produção animal. Trata-se de um sistema multifuncional que combina produção pecuária com conservação ambiental, promovendo benefícios ecológicos e produtivos simultaneamente.

Do ponto de vista ambiental, os SSPs contribuem para a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, a proteção dos recursos hídricos e a conservação das microbacias hidrográficas. Além disso, a presença de árvores favorece a regulação microclimática, reduzindo o estresse térmico e melhorando o bem-estar animal, o que pode refletir positivamente no desempenho produtivo dos rebanhos.

Sob a perspectiva econômica, esses sistemas possibilitam a diversificação da produção, com a obtenção de produtos madeireiros e não madeireiros, além da pecuária, aumentando a resiliência e a sustentabilidade dos sistemas

produtivos. A área máxima elegível para essa modalidade é de até 10 hectares (Figura 27).

○ **Regras:**

- Os arranjos de sistemas silvipastoris devem ser planejados de forma a incluir, no mínimo, 300 indivíduos arbóreos por hectare, garantindo densidade adequada para o desempenho das funções ecológicas e produtivas;
- Pelo menos 40% dos indivíduos arbóreos propostos por hectare devem ser constituídos por espécies não madeireiras, promovendo maior diversidade funcional e ampliando os serviços ecossistêmicos associados ao sistema.



Figura 27. Distribuição espacial de árvores nativas em área de pastagem, caracterizando um sistema silvipastoril. Fonte: Acervo dos autores, 2024.

No âmbito mais recente do Programa Reflorestar, foram autorizadas ações complementares voltadas à conservação hídrica e ao saneamento rural, incluindo a construção, manutenção e instalação de estruturas como barraginhas, coxinhos e caixas secas, além do apoio à implantação de fossas sépticas em propriedades rurais participantes. Essas práticas têm como objetivo principal ampliar a retenção de águas pluviais, aumentar a infiltração hídrica no

solo e reduzir processos erosivos, contribuindo para a recarga de aquíferos e a conservação das microbacias hidrográficas.

Adicionalmente, o incentivo à instalação de fossas sépticas representa um avanço significativo no enfrentamento da poluição difusa no meio rural, promovendo a redução da contaminação do solo e dos recursos hídricos por efluentes domésticos. Essas ações refletem uma abordagem integrada de gestão ambiental, na qual práticas conservacionistas e de saneamento básico são articuladas para promover a melhoria da qualidade ambiental e das condições de vida das populações rurais (ANA, 2021; ESPÍRITO SANTO, 2024).

Nesse contexto, o Programa Reflorestar reforça seu papel como instrumento de valorização dos serviços ecossistêmicos, ao remunerar produtores rurais que adotam práticas voltadas à conservação ambiental e ao uso sustentável dos recursos naturais. Tal estratégia contribui não apenas para a proteção dos ecossistemas, mas também para o fortalecimento da governança ambiental e para a promoção do desenvolvimento rural sustentável.

No que se refere aos instrumentos legais e financeiros, a Lei nº 10.583/2016 regulamenta a operacionalização do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) no estado do Espírito Santo, estabelecendo diferentes formas de incentivo aos produtores. O pagamento pode ocorrer tanto por meio de compensação financeira direta quanto por apoio financeiro destinado à aquisição de insumos, à estruturação de projetos técnicos e ao monitoramento das atividades por profissionais habilitados.

De acordo com essa legislação, o valor máximo do PSA pode alcançar até 3.200 (três mil e duzentos) Valores de Referência do Tesouro Estadual (VRTE) por hectare, já incluindo impostos e custos operacionais. Quanto aos contratos, estes podem variar de acordo com a modalidade, apresentando prazo mínimo de 1 ano e máximo de até 5 anos nos casos de apoio financeiro (ESPÍRITO SANTO, 2016).

Estudos recentes apontam que a adoção de instrumentos econômicos, como o PSA, aliada a práticas conservacionistas, tem potencial significativo para promover a restauração de paisagens degradadas, melhorar a segurança hídrica e aumentar a resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas.

Além disso, a integração entre políticas públicas, assistência técnica e participação dos produtores rurais tem se mostrado fundamental para o sucesso dessas iniciativas (Pagiola *et al.*, 2020; Coelho *et al.*, 2021; Engel; Wunder, 2022).

Dessa forma, observa-se que o fortalecimento de programas como o Reflorestar, aliado à ampliação de práticas sustentáveis no meio rural, representa um caminho promissor para a consolidação de um modelo de desenvolvimento que equilibre produção, conservação ambiental e inclusão social.

4.2. Benefícios econômicos, melhoria do solo e redução de insumos externos

A adoção de práticas sustentáveis no âmbito do Programa Reflorestar, especialmente aquelas associadas ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e aos Sistemas Agroflorestais (SAFs) e Silvipastoris (SSPs), tem demonstrado potencial significativo para a geração de benefícios econômicos diretos e indiretos aos produtores rurais (Figura 28).



Figura 28. Infográfico ilustrando as diferenças estruturais e funcionais entre monocultivos e SAFs em camadas. Fonte: elaborada por Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Entre esses benefícios, destaca-se a agregação de renda, que ocorre tanto por meio da remuneração proporcionada pelo PSA quanto pela diversificação produtiva promovida por sistemas integrados de uso da terra (Trugilho *et al.*, 2022; Souza *et al.*, 2025b; Vieira *et al.*, 2025).

O PSA atua como um importante instrumento de complementação de renda, ao reconhecer financeiramente os serviços ecossistêmicos prestados pelos produtores, como a conservação da água, do solo e da biodiversidade. Esse mecanismo contribui para a redução da vulnerabilidade econômica das propriedades rurais, especialmente no contexto da agricultura familiar, ao oferecer uma fonte de receita adicional relativamente estável e desvinculada das oscilações de mercado típicas das commodities agrícolas (Wunder, 2005; Pagiola *et al.*, 2020).

Paralelamente, a implantação de SAFs e SSPs favorece a diversificação da produção, possibilitando a obtenção de múltiplos produtos, como alimentos, madeira, frutos, forragem e produtos não madeireiros, ao longo do ano (Figura 29). Essa diversificação contribui para a diluição de riscos produtivos e econômicos, além de promover maior estabilidade na geração de renda, uma vez que diferentes culturas apresentam ciclos produtivos distintos (Nair, 2011; Gliessman, 2015; Souza, 2025b; Vieira *et al.*, 2025).



Figura 29. Defesa biológica: Diagrama ilustrando o papel do SAF como fragmento florestal conector na paisagem fragmentada. Fonte: Maurício Novaes (2026), com auxílio de ferramenta de IA (NotebookLM).

Outro aspecto relevante refere-se à melhoria da qualidade do solo, que desempenha papel central na sustentabilidade dos sistemas produtivos. A introdução de espécies arbóreas e a adoção de práticas conservacionistas favorecem o aumento da matéria orgânica, a melhoria da estrutura do solo, a maior retenção de umidade e o incremento da atividade biológica. Esses processos contribuem para a recuperação da fertilidade natural do solo e para o fortalecimento de suas funções ecológicas (Altieri, 2012; Silva; Souza, 2021; 2025).

Como consequência direta dessas melhorias, observa-se a redução da dependência de insumos externos, como fertilizantes químicos e defensivos agrícolas. A ciclagem de nutrientes promovida pelos sistemas integrados, aliada ao aumento da biodiversidade funcional, favorece o controle natural de pragas e doenças, reduzindo a necessidade de intervenções químicas. Além disso, a maior eficiência no uso da água e dos nutrientes contribui para a diminuição dos custos de produção, aumentando a rentabilidade das atividades agropecuárias (Altieri, 2012; Gliessman, 2015).

Dessa forma, a integração entre instrumentos econômicos, como o PSA, e práticas produtivas sustentáveis, como SAFs e SSPs, configura-se como uma estratégia eficaz para promover não apenas a conservação ambiental, mas também a viabilidade econômica das propriedades rurais. Essa abordagem fortalece a transição para modelos de produção mais resilientes, capazes de conciliar geração de renda, segurança alimentar e conservação dos recursos naturais.

5. Considerações

A relação entre sociedade e meio ambiente alcançou, nas últimas décadas, um nível crítico de pressão sobre os recursos naturais, evidenciando a necessidade urgente de reconfiguração dos modelos de produção e consumo. Apesar desse cenário desafiador, existem oportunidades concretas para reverter processos de degradação e promover a conservação dos ecossistemas. Nesse sentido, a adoção de estratégias integradas, participativas e territorialmente

adaptadas mostra-se fundamental para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos e garantir um futuro sustentável para as próximas gerações.

Ao longo deste capítulo, evidenciou-se que a integração entre Sistemas Agroflorestais (SAFs) e instrumentos econômicos, como o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), constitui uma abordagem promissora para a mitigação dos impactos da degradação ambiental. Essa combinação não apenas contribui para a restauração de ecossistemas degradados, mas também promove ganhos econômicos e sociais, especialmente no contexto da agricultura familiar, ao gerar renda, diversificar a produção e fortalecer a resiliência dos sistemas produtivos.

Os SAFs, ao incorporarem árvores, arbustos e cultivos agrícolas em arranjos diversificados, promovem melhorias significativas nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de favorecerem a conservação da biodiversidade e a regulação dos ciclos hidrológicos. Esses sistemas contribuem para o sequestro de carbono, o aumento da atividade microbiana do solo e a melhoria da qualidade e da disponibilidade de água para plantas e animais. Trata-se, portanto, de uma estratégia que alia produtividade à conservação, fortalecendo a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Quando associados ao PSA, esses benefícios são potencializados, uma vez que os agricultores passam a ser reconhecidos e remunerados pelos serviços ambientais prestados, como a conservação da água, do solo e da biodiversidade. Esse reconhecimento financeiro não apenas incentiva a adoção de práticas sustentáveis, mas também valoriza o papel social do produtor rural como agente ativo na proteção dos recursos naturais.

Entretanto, apesar dos avanços, ainda persistem desafios relevantes para a consolidação dessas estratégias. Destacam-se a necessidade de fortalecimento e continuidade das políticas públicas, a ampliação do acesso ao financiamento, a oferta de assistência técnica qualificada e a capacitação dos produtores rurais. Além disso, é fundamental promover a regularização documental das propriedades, de modo a facilitar o acesso a programas governamentais e instrumentos de apoio à produção sustentável.

Outro aspecto central refere-se à valorização do conhecimento tradicional e à participação ativa das comunidades locais. A construção de soluções sustentáveis exige o diálogo entre saberes científicos e práticas empíricas, reconhecendo o papel histórico dos agricultores na gestão dos recursos naturais. Esse processo fortalece o sentimento de pertencimento e engajamento, contribuindo para a continuidade e o sucesso das iniciativas implementadas.

Por fim, destaca-se a importância da conservação e recuperação do solo como elemento central para a sustentabilidade dos sistemas produtivos. O solo, enquanto recurso essencial e finito, demanda cuidados contínuos, uma vez que sua degradação compromete não apenas a produção agrícola, mas também a estabilidade dos ecossistemas e a segurança alimentar. Considerando que os processos de regeneração do solo são lentos, torna-se imprescindível a adoção imediata de práticas conservacionistas, garantindo que esse patrimônio seja preservado para as futuras gerações.

Em síntese, a integração entre SAFs e PSA revela-se não apenas uma alternativa viável, mas uma estratégia essencial para a construção de um modelo de desenvolvimento rural sustentável, no qual produção agrícola e conservação ambiental avancem de forma complementar. Investir nessa abordagem significa promover equilíbrio ecológico, justiça social e viabilidade econômica, pilares indispensáveis para um futuro mais resiliente e sustentável.

6. Referências

ABDO, M. T. V. N.; VALERI, S. V.; MARTINS, A. L. M. Sistemas agroflorestais e agricultura familiar: uma parceria interessante. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, p.50-59, 2008.

ALMEIDA, D. S. de. Conceitos básicos. *In*: ALMEIDA, D. S. de. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. ampl. Ilhéus, BA: Editus, 2016. p. 24-30. Disponível em: <http://books.scielo.org>.

ALMEIDA JÚNIOR, P.; PEREIRA, E. R. Degradação Ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade: uma revisão integrativa. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 14, n. 26, p. 922-937, 2017.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Manual de conservação de água e solo em propriedades rurais**. Brasília: ANA, 2021.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Programa Produtor de Água: manual operativo**. Brasília: ANA, 2012.

BALSAN, R. Impactos Decorrentes da Modernização da Agricultura Brasileira. CAMPO TERRITÓRIO: **Revista de Geografia Agrária**, Francisco Beltrão, v. 1, n. 2, p.123-151, 2006.

BARRETO, P.; SARTORI, M. **Levantamento de áreas agrícolas degradadas no Estado do Espírito Santo**. Vitória: Cedagro, 2012.

BARROS, F. S. **A ação do homem no processo de destruição do cerrado**. Trabalho de conclusão de curso de geografia. Faculdade Projeção, Taguatinga-DF, 2009.

BENICÁ, D.; CLEMENTE, E. **Pagamento por serviços ambientais: percepção de produtores rurais**. 2021.

BERNARDI, A. **Conservação do solo garante segurança alimentar e sustentabilidade da agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/99741033/artigo-conservacao-do-solo-garante-seguranca-alimentar-e-sustentabilidade-da-agropecuaria>.

BRAGA, M. B.; LIMA, PACHECO, C. E. **Reuso de água na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 211 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1000676/reuso-de-agua-na-agricultura>.

BRASIL. **Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 12 de abr. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm. Acesso em: 07 jul. 2024.

BRASIL. **Lei nº 10.179, de 6 de fevereiro de 2014**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo – SIGERH/ES e dá outras providências. Diário Oficial [do] Estado do Espírito Santo, Vitória, ES, 6 fev. 2014. Disponível em: <https://www3.al.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/LO10179.html>. Acesso em: 07 jul. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 15 jul.2025.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Diário Oficial da União, Brasília, 2021.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 13 jun. 2024.

CHOUDHARY, M. P.; CHAUHAN, G. S.; KUSHWAH, Y. **Environmental degradation:** causes, impacts and mitigation. Conference: National Seminar on Recent Advancements in Protection of Environment and its Management Issues, India, p.1-4, 2015.

COELHO, A. B. *et al.* Serviços ambientais e instrumentos econômicos no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, 2021.

COELHO, N. R. Panorama das iniciativas de pagamento por serviços ambientais hídricos no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n.3, p.409-415, 2021.

COSTA, B. M. da; CLEMENTE, E. C. O programa “produtor de água” como proposta de fortalecimento socioeconômico e de recuperação dos recursos naturais. **Geosul**, v. 36, n. 78, p. 356-380, 2021.

COSTA, T. G. A.; IWATA, B. DE F.; TOLEDO, C. DE. E.; COELHO, J. V.; CUNHA, L. M.; CLEMENTINO, G. E. DOS S.; LEOPOLDO, N. C. M. Dinâmica de Carbono do Solo em Unidade de Conservação do Cerrado Brasileiro sob diferentes fitofisionomias. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 4. p.306-323, 2018.

COUTO, E. P.; SILVA, F. O. Desenvolvimento (in) sustentável. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 8, p.41-54, abr.2014. ISSN: 2317-2606.

DEUS, R. M.; BAKONYI, S. M. C. O impacto da agricultura sobre o meio ambiente. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1306-1315, 2012.

DOMINGUES, J. dos S. Impacto do uso de fertilizantes nitrogenados. In: CASTOLDI, R. **Conversando sobre meio ambiente e saúde:** uma abordagem popular. Canoas, RS, Brasil: Mérida Publishers, 2024. cap. 3. p. 34-49. Disponível em: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-28-2.c3>.

ENGEL, S.; PAGIOLA, S.; WUNDER, S. Designing payments for environmental services in theory and practice. **Ecological Economics**, v. 65, p. 663-674, 2008.

ENGEL, S.; WUNDER, S. Payments for environmental services: theory and practice. **Annual Review of Resource Economics**, v. 14, p. 1-22, 2022.

ESPÍRITO SANTO (Estado). **Lei nº 10.583, de 18 de outubro de 2016.** Altera a Lei nº 9.864, de 26 de junho de 2012, que dispõe sobre a reformulação do Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais – PSA no Estado. Vitória: Diário Oficial [do Estado do Espírito Santo], 19 out. 2016.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Manual Operacional do Programa Reflorestar: MOP Reflorestar**. Vitória: SEAMA, 2024.

FERREIRA, E. M.; ANDRAUS, M. DE P.; CARDOSO, A. A.; COSTA, L. F. DOS S.; LÔBO, L. M.; LEANDRO, W. M. Recuperação de áreas degradadas, adubação verde e qualidade da água. **Revista Monografias Ambientais**, v. 15, n.1, p.228-246, 2016.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2015.

HASNAT, A. *et al.* **Environmental degradation: its causes, effects and restoration**.

JOHNSON, D. L.; AMBROSE, S. H.; BASSET, T. J.; BOWEN, M. L.; CRUMMEY, D. E.; ISAACSON, J. S.; JOHNSON, D. N.; LAMB, P.; SAUL, S.; WINTER-NELSON, A. E. Meanings of Environmental Terms. **Journal of Environmental Quality**, South Segoe Rd., Madison, v. 26, n. 3, p. 581-589, 1997.

KRÜGER, S. C.; BROTHA, A.; BOWERMAN, W.; COVERDALE, B.; GORE, L. M.; HEEVER, L. V. D.; SHAFFER, J. L.; SMIT-ROBINSON, H.; THOMPSON, J. L.; OTTINGER, M. A. Old World Vultures Reflect Effects of Environmental Pollutants Through Human Encroachment. **Environmental Toxicology and Chemistry**, [s. l.], v. 41, n. 7, p. 1586-1603, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/etc.5358>.

LAYRARGUES, P. P. Educação para a gestão ambiental: a cidadania no enfrentamento político dos conflitos socioambientais. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Org.). **Sociedade e meio ambiente: a educação ambiental em debate**. 3. ed. São Paulo: Cortez, p. 87-155, 2002.

LEMONS, J. J. S. Níveis de degradação no Nordeste Brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

MAPBIOMAS. **Desmatamento nos biomas do Brasil cresceu 22,3% em 2022**. 2023. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/2023/06/12/desmatamento-nos-biomas-do-brasil-cresceu-223-em-2022/>>. Acesso em: 07 jul. 2024.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2024**. São Paulo: MapBiomas, 2025. 208 p.

MAURYA, P.K.; ALI, S. A.; AHMAD, A.; ZHOU, Q.; CASTRO, J. DA S.; KHAN, E.; ALI, H. An introduction to environmental degradation: Causes, consequence and mitigation. In: **Environmental Degradation: Causes and Remediation Strategies**. v. 1, Agriculture and Environmental Science Academy, Haridwar, India, p.1-20, 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Quinto Relatório Nacional para a Convenção da Biodiversidade. Brasília: MMA, 2016. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10772-quinto-relat%C3%B3rio>>. Acesso em: 08 jul. 2024.

MURADIAN, R. A. M.; PELLEGRINI, L.; ADAMAN, F.; AGUILAR, B.; AGARWAL, B.; CORBERA, E.; EZZINE DE BLAS, D.; FARLEY, J.; FROGER, G.; GARCIA-FRAPOLLI, E.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; GOWDY, J.; KOSOY, N.; LE COQ, J. F.; LEROY, P. Payments for ecosystem services and the fatal attraction of win-win solutions. **Conservation Letters**, v. 6, n. 4, p. 247-279, 2013.

MURADIAN, R. *et al.* Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, v. 69, p. 1202-1208, 2010.

NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems and environmental quality**. Boca Raton: CRC Press, 2011.

ONU BRASIL. **Agenda 2030**: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Organização das Nações Unidas no Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 jul. 2025.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. 2015.

PAGIOLA, S. *et al.* **Evaluation of payment for environmental services programs**. Washington, DC: World Bank, 2020.

PINTO, N. G. M.; CORONEL, A. D.; LOPES, M. M.; SILVA, A. R. A. da. **Degradação Ambiental no Brasil**: uma análise das evidências empíricas. 1º Seminário de jovens pesquisadores em economia e desenvolvimento. p.1-16, 2019.

SABOYA, R. de C. C.; BRITO, M. de J. D. de.; COLLIER, L. dos S.; SABOYA, L. M. F.; LIMA, S. de O. **Identificação de solos e paisagem do assentamento Vale Verde, Gurupi, TO, para fins de aptidão agrícola**. In: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 227. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, 2008.

SHILPAHILPA, S.; SHETTY, D. D. A.; HARSHITHA, S. A.; SHIPRA, S. B.; PRASHANTH, B.; NAIK, C.; SUCHETHA, K. N. A. D.; HARISHKUMAR, M. Environmental pollutants and their effects on human health. **Heliyon**, [s. l.], v. 9, n. 9, e19496, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19496>.

SILVA, D. D. E.; FELIZMINO, F. T. A.; OLIVEIRA, M. G. Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares- PB. **HOLOS**, Ano 31, v.8, p.148-165, 2015.

SILVA, J. M. V. O. da ; SOUZA, M. N. *et al.* **Produção de café orgânico**: práticas agroecológicas conservacionistas e novas tecnologias disponíveis ao produtor rural. 1. ed. Mauritius: Novas Edições Acadêmicas, 2021. 76p.

SILVA, P. H. V, GONÇALVES, F. J. de O.; ALVES, M.C.;SARAN, L. M. Micorremediação de agrotóxicos no solo: uma revisão narrativa focada no Brasil, um dos maiores países agrícolas. In: **Sistemas sustentáveis de produção agrícola**: Estratégias mitigatórias das atividades antrópicas, resiliência agrícola e conservação da biodiversidade. São Paulo: Editora científica, 2025. cap. 3. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/250719756>.

SILVA, R. G. da; RIBEIRO, C. G. Análise da Degradação Ambiental na Amazônia Ocidental: um Estudo de Caso dos Municípios do Acre. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p.91-110, 2004.

SILVEIRA, S. S. B.; SANT'ANNA, F. S. P. Poluição hídrica. In: MARGULIS, S. (Ed.). **Meio ambiente**: aspectos técnicos e econômicos. Brasília: IPEA/PNUD, 1990. p. 61- 63.

SOUZA, E. L. de S.; SOUZA, M. N.; PELUZIO, T. M. O.; OLIVEIRA, A. de F. M. de; CARVALHO, R. C. B.; SILVA, E. P. da; LIMA, O. de A.; NOVAES, C. A. de; NOVAES, G. A. de. Desafios e perspectivas da agroecologia para alcançar a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. IX.** – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2025. p. 45-69. ISBN: 978-65-84548-33-6. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-33-6.c1>.

SOUZA, L. R. de S. A modernização da agricultura brasileira, agricultura familiar, agroecologia e pluriatividade: Diferentes óticas de entendimento e de construção do espaço rural brasileiro. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, Bogotá, v. 8, n. 67, p.231-249, 2011.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em cafeicultura Vol. V - cafeicultura agroecológica I.** Canoas, RS: Mérida Publishers, 2025. 310 p. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-35-0>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental. Vol. IV.** Canoas, RS: Mérida Publishers, 2025. 346 p. ISBN: 978-65-84548-36-7. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-36-7>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas Vol. X.** Canoas, RS: Mérida Publishers, 2025. 313 p. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-34-3>.

SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas. Vol. IX.** – Canoas, RS: Mérida Publishers, 2025. 322 p. ISBN: 978-65-84548-33-6. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-33-6>.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental.** Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376 p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais.** Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015. 376 p.

SOUZA, M. N. **Tópicos em gestão ambiental. Vol. III.** 1. ed. Canoas: Mérida Publisers, 2021.

SOUZA, M. N.; MAGALHÃES, M. V. D. de; LOPES, L. B.; AMARAL, A. A. do; MUNIZ, F.; PANCOTTO, T. A. Transição sustentável: caminhos para a construção de sistemas produtivos resilientes. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em recuperação de áreas degradadas Vol. X**. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2025. p. 68-111. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-34-3.c2>

STEENBOCK, W.; SILVA, L. C.; SILVA, O. R.; RODRIGUES, S. A.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. Agroflorestas e sistemas agroflorestais no espaço e no tempo. **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. Curitiba, p. 39-60, 2013.

TRUGILHO, G. A.; MOREIRA, C. G.; MOURA NETO, H.; CARVALHO, C. S.; RANGEL, D. S.; SOUZA, M. N.; SOUZA, M. A. A. S. Pagamento por serviços ambientais: conceitos, histórico e o estudo de caso do Estado do Espírito Santo. In: **TÓPICOS EM AGROECOLOGIA VOL. III.1** ed. VITÓRIA: Edifes, 2022, v.3, p. 66-86.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil: Problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p.76, 2014.

UGC CARE Listed (Group -I) **Journal**, v. 11, p. 1492-1501, 2022.

VIEIRA, R. C.; ALMEIDA, M. W. C. de; TRUGILHO, G. A.; EGIDIO, L. S.; SOUZA, M. N. Avaliação das contribuições do programa REFLORESTAR em propriedades rurais localizadas no município de Muniz Freire/ES. In: SOUZA, M. N. (Org.) **Tópicos em gestão ambiental**. Vol. II. Canoas, RS: Mérida Publishers, 2024. p. 152-172. ISBN: 978-65-84548-23-7. DOI: <https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-23-7.c5>

WANDELLI, E.; OCIDENTAL, E. A. **Serviços ambientais de sistemas agroflorestais**. Embrapa Amazônia Ocidental-Capítulo em livro técnico-científico. Editora Embrapa, p.53-55, 2010. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/877912/servicos-ambientais-de-sistemas-agroflorestais>. Acesso em: 08 de julho de 2024.

WUNDER, S. Payments for environmental services: some nuts and bolts. **CIFOR Occasional Paper**, n. 42, 2005.

XAVIER, C. K. S.; MEDEIROS, J. D. Degradação de recursos hídricos: água fator de saúde pública. **Revista UNI-RN**, Natal, v. 17, n. 1/2, p. 65-80, 2017.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. de. **Degradação, recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2012. 43 p. (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X, 189). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/950153/degradacao-recuperacao-e-renovacao-de-pastagens>.