

Produção inteligente e sustentabilidade: uma realidade possível no Pampa Gaúcho¹

Smart production and sustainability: a possible reality in the Pampa Gaúcho

Mitali Daian Alves Maciel

Doutoranda em Desenvolvimento Econômico no Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/Unicamp)
Campinas, SP, Brasil
mitali.maciell@gmail.com

Alessandra Troian

Doutora em Desenvolvimento Rural. Professora Associada na Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, RS, Brasil
alessandratroian@unipampa.edu.br

GT04. Meio ambiente, agroecologia, sustentabilidade e mudanças climáticas

Resumo: A intensificação da crise climática contemporânea encontra-se associada às transformações antrópicas nos sistemas naturais. No Brasil, dos sete biomas existentes, o bioma Pampa é o que possui maiores transformações e menor atenção do estado. O Bioma Pampa ocupa cerca de 2% do território nacional, está restrito ao estado do Rio Grande do Sul, presente em 62% do território gaúcho. Nas últimas três décadas, o avanço da agricultura convencional, em especial o monocultivo de soja, vem alterando o território, tanto material (solo, vegetação, clima, paisagens), quanto imaterial (cultura, crenças, tradições). Para tanto, o presente manuscrito visa contribuir com debate acadêmico sobre os sistemas agroalimentares em contextos de emergência climática, a partir da discussão da noção de produção inteligente e da proposta de articulação de cinco pilares estratégicos para a sustentabilidade do Pampa Gaúcho. A pesquisa se caracteriza como qualitativa, realizada mediante a revisão bibliográfica e a observação empírica *in loco*. Os resultados indicam que a produção inteligente está ligada a diversidade, a produção de comida, a agroecologia, a sistemas alternativos de produção e consumo. O Pampa Gaúcho, de forma geral, vem na contramão da produção inteligente, ao mesmo tempo em que possui agricultores e pecuaristas familiares agroecológicos resistindo às pressões do mercado e produzindo de forma sustentável, respeitando as características e peculiaridades do bioma. Por fim, acredita-se que ações articuladas entre os cinco pilares propostos - políticas públicas e incentivos governamentais; valorização e reconhecimento do consumidor; inovação e tecnologia orientadas à sustentabilidade; fortalecimento de iniciativas locais e do cooperativismo; e diálogo e articulação entre diferentes atores sociais - têm condições de colocar o Pampa Gaúcho em lugar de destaque ao se tratar de produção inteligente e sustentabilidade, para isso o capital precisa deixar de ser o fim e si mesmo.

Palavras-chave: Agricultura familiar, Agroecologia, Bioma, Sistema Agroalimentar.

Abstract: The intensification of the contemporary climate crisis is associated with anthropogenic transformations in natural systems. In Brazil, of the seven existing biomes, the Pampa biome is the one experiencing the greatest transformations and receiving the least attention from the state. The Pampa Biome occupies about 2% of the national territory and is restricted to the state of Rio Grande do Sul, covering 62% of the state's area. Over the past three decades, the expansion of conventional agriculture, especially soybean monoculture, has been altering the territory, both materially (soil, vegetation, climate, landscapes) and immaterially (culture, beliefs, traditions).

¹ A pesquisa foi realizada no âmbito do Círculo de Estudos em Desenvolvimento e Ruralidade, pelo projeto “Desenvolvimento e subdesenvolvimento: dinâmica socioeconômica da Campanha Gaúcha e da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul”.

Therefore, this manuscript aims to contribute to the academic debate on agri-food systems in the context of the climate emergency, based on the discussion of the notion of smart production and the proposal to articulate five strategic pillars for the sustainability of the Gaucho Pampa. The research is characterized as qualitative, conducted through a literature review and empirical on-site observation. The results indicate that intelligent production is linked to diversity, food production, agroecology, and alternative production and consumption systems. The Gaucho Pampa, in general, goes against intelligent production, while at the same time having agroecological family farmers and ranchers resisting market pressures and producing sustainably, respecting the characteristics and peculiarities of the biome. Finally, it is believed that coordinated actions among the five proposed pillars - public policies and government incentives; consumer appreciation and recognition; sustainability-oriented innovation and technology; strengthening local initiatives and cooperativism; and dialogue and coordination among different social actors - they have the conditions to put the Pampa Gaucho in a prominent position when it comes to smart production and sustainability; for this, capital needs to stop being an end in itself.

Keywords: Family farming, Agroecology, Biome, Agri-food system.

1. Introdução

As mudanças climáticas e a intensificação da crise ambiental global têm imposto desafios crescentes aos sistemas agroalimentares, evidenciando os limites dos modelos produtivos baseados na homogeneização, na intensificação do uso de recursos naturais e na forte dependência de insumos externos (Muluneh, 2021). Esses modelos, historicamente orientados pela maximização da produtividade e pela eficiência econômica de curto prazo, têm contribuído para a degradação ambiental, a perda de biodiversidade, a fragilização dos biomas e o aumento das vulnerabilidades sociais, especialmente em territórios rurais (Barroso, 2024). Nesse contexto, torna-se cada vez mais urgente repensar as formas de produção de alimentos a partir de perspectivas que integrem sustentabilidade ambiental, justiça social, segurança alimentar e valorização dos territórios.

No Brasil, os impactos dos modelos produtivos convencionais se manifestam de forma expressiva na transformação e na degradação dos biomas, refletindo dinâmicas históricas de expansão agropecuária e uso intensivo dos recursos naturais. Dados do MapBiomas (2024), iniciativa responsável pelo monitoramento anual das mudanças na cobertura e no uso da terra no país, evidenciam a magnitude dessas transformações. A Mata Atlântica se destaca como o bioma que mais perdeu vegetação nativa em decorrência de pressões antrópicas, especialmente associadas à expansão de lavouras de grãos e pastagens. A Amazônia, por sua vez, ocupa a segunda posição em relação às áreas degradadas, tendo como principais vetores a exploração madeireira, as queimadas e a expansão da pecuária extensiva. Esses processos evidenciam a persistência de um padrão de ocupação territorial orientado pela lógica da especialização produtiva e da exploração intensiva dos ecossistemas, com repercussões diretas sobre a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares (Altieri e Toledo, 2011).

Nesse contexto, o Bioma Pampa apresenta particular relevância analítica, tanto pela intensidade das transformações sofridas quanto pelas especificidades ecológicas e socioprodutivas que o caracterizam. Estimativas do MapBiomas (2024), indicam que sua área degradada pode corresponder a mais da metade da vegetação nativa remanescente, variando entre aproximadamente 1,7 milhão de hectares (cerca de 19%) e 4,8 milhões de hectares (aproximadamente 55%). O cenário revela a magnitude da degradação ambiental e a crescente fragilização dos ecossistemas campestres, que constituem a base da biodiversidade e dos sistemas produtivos tradicionais da região.

A elevada pressão da ação humana sobre o Pampa Gaúcho está associada a um processo histórico de ocupação denso e relativamente homogêneo da paisagem, o que amplia a exposição dos ecossistemas aos efeitos de borda e intensifica a fragmentação dos *habitats* naturais (Rocha, 2022). Ademais, observa-se que parcela significativa da vegetação campestre existente

apresenta caráter secundário, encontrando-se em distintos estágios de regeneração ecológica (Torchelsen, 2016). Essa condição evidencia a vulnerabilidade do bioma frente às mudanças climáticas e aos processos de aumento da pressão produtiva sobre o território.

A complexidade desse cenário reforça a importância de se avançar na construção de referenciais analíticos capazes de orientar práticas produtivas que considerem simultaneamente os limites ecológicos dos biomas, as especificidades culturais e produtivas dos territórios e as demandas contemporâneas por segurança alimentar e sustentabilidade (Altieri e Nicholls, 2017a; FAO, 2018a). É nesse sentido que a proposição da noção de produção inteligente se apresenta como uma alternativa conceitual e analítica, ao buscar integrar dimensões ambientais, sociais, econômicas e nutricionais na organização dos sistemas produtivos. Ao deslocar o foco da eficiência produtiva estritamente tecnológica para uma perspectiva sistêmica e territorializada, a abordagem permite compreender a produção de alimentos como parte de processos mais amplos de resiliência socioecológica e desenvolvimento sustentável.

O debate acadêmico recente tem avançado na direção de perspectivas como a agroecologia e os sistemas agroalimentares sustentáveis, buscando responder aos desafios impostos pela crise climática (HLPE, 2019; IPCC, 2019; Altieri e Nicholls, 2020). No entanto, grande parte dessas discussões apresenta lacunas no que se refere à articulação entre produção de alimentos, diversidade produtiva, valor nutricional, agregação de valor local e respeito aos biomas e às culturas territoriais, especialmente quando se considera o papel estratégico da agricultura familiar (Kerr et al, 2021; Arruda, Mascarenhas e Oliveira, 2023; Paiva, Santos e Bomfim, 2025; Vázquez, 2025).

À vista disso, convém destacar que agricultura familiar desempenha função determinante na conservação dos biomas brasileiros, especialmente em contextos marcados pela expansão de modelos produtivos baseados na homogeneização da paisagem e na especialização em *commodities* agrícolas (FAO; IFAD, 2019; Adriaenssens, Dessein e Adam, 2025). No Pampa Gaúcho, historicamente caracterizado pela predominância de sistemas produtivos voltados à monocultura, como o arroz e a soja, observa-se a intensificação de processos de simplificação ecológica, perda de biodiversidade e descaracterização dos sistemas campestres naturais (Maia, 2022). Nesse cenário, os agricultores familiares, embora frequentemente marginalizados pelas políticas agrícolas e pelos circuitos hegemônicos de mercado, mantêm práticas produtivas mais diversificadas, baseadas no uso multifuncional do território, na preservação de saberes tradicionais e na manutenção de sistemas produtivos adaptados às dinâmicas ecológicas locais (Maciel e Troian, 2025).

A agricultura familiar, quando orientada por princípios agroecológicos, tende a promover maior heterogeneidade produtiva, conservação do solo, manutenção da vegetação nativa e valorização das cadeias curtas de comercialização, configurando-se como um importante vetor de resistência aos processos de degradação ambiental e de uniformização produtiva (Gliessman, 2014; Altieri e Nicholls, 2020). Dessa forma, a agroecologia pode ser compreendida como potencial guardião do Pampa Gaúcho, ao conciliar produção de alimentos, conservação da biodiversidade e reprodução sociocultural dos territórios rurais (Maia, Troian e Maciel, 2025).

Paralelamente, a noção de “inteligência” aplicada à produção agrícola tem sido predominantemente associada à incorporação de tecnologias digitais avançadas, automação e sistemas de suporte à decisão orientados por dados, no âmbito da chamada agricultura de precisão ou *smart farming* (Parra-López et al., 2026). Nessa perspectiva, o atributo de “inteligente” tende a ser definido sobretudo pela capacidade de monitoramento em tempo real, pela integração de sensores, inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT), bem como pela otimização do uso de insumos e do desempenho produtivo, com ênfase na eficiência técnica e

econômica dos sistemas agrícolas (Widianto; Juarto, 2023; Agapito, 2024; Padhiary, Kumar e Sethi, 2025; Gupta e Kumar Pal, 2025).

Ainda que tais estratégias possam contribuir para a otimização de processos produtivos, elas tendem a restringir o conceito de inteligência a uma dimensão tecnicista, frequentemente dissociada das dinâmicas socioecológicas dos territórios e das especificidades culturais e ambientais que estruturam os sistemas alimentares locais (Barroso et al., 2025; Milian Gómez e Byttebier, 2025; Viera-Arroyo et al., 2025). Nesse sentido, emerge a necessidade de ampliar o significado de produção inteligente, incorporando uma perspectiva sistêmica que considere não apenas a eficiência produtiva, mas também a sustentabilidade ambiental, a diversidade biológica e produtiva, a qualidade nutricional dos alimentos e a valorização dos territórios rurais.

Diante desse cenário, o presente manuscrito propõe a construção e a discussão da noção de produção inteligente, compreendida como uma abordagem orientada à produção de alimentos que integra sustentabilidade ambiental, diversidade produtiva, agregação de valor local e respeito aos biomas e às culturas locais, com centralidade na agricultura familiar e na promoção da segurança alimentar em um contexto de mudanças climáticas. Trata-se de um esforço conceitual que busca ampliar o significado de “inteligência” na produção agrícola, deslocando-o de uma perspectiva estritamente baseada na racionalidade técnica para uma compreensão sistêmica, territorializada e socioambientalmente comprometida. Dessa forma, tem-se como objetivo do artigo: contribuir para o debate acadêmico sobre os sistemas agroalimentares em contextos de emergência climática, a partir da discussão da noção de produção inteligente e da proposta de articulação de cinco pilares estratégicos para a sustentabilidade do Pampa Gaúcho.

O estudo se justifica pela necessidade de aprofundar a compreensão sobre estratégias produtivas capazes de integrar sustentabilidade ambiental, segurança alimentar e valorização territorial em contextos marcados pela predominância de modelos agrícolas orientados pela lógica das *commodities* agrícolas, como o Pampa Gaúcho. Embora o território apresente processos históricos de simplificação ecológica e concentração produtiva, persistem sistemas vinculados à agricultura familiar que mantêm relações estreitas com a diversidade biológica, os ciclos ecológicos e os saberes locais, revelando potencial para a construção de trajetórias de desenvolvimento rural mais resilientes e inclusivas (Maciel, Troian e Maia, 2024).

Contudo, tais experiências permanecem pouco incorporadas aos referenciais analíticos e às estratégias de inovação agrícola dominantes. Nesse sentido, ao propor a noção de “produção inteligente” aplicada ao contexto do Pampa Gaúcho, exige-se a articulação de diversos atores e ações estruturadas em torno de pilares estratégicos, que buscam garantir a proteção ambiental, o fortalecimento da economia local e a valorização de práticas produtivas sustentáveis e socialmente justas. Para tanto, o texto está organizado em três seções, além desta introdução. Na seção a seguir, apresenta-se a metodologia adotada na pesquisa. Posteriormente são discutidos os resultados do estudo, seguidos das considerações finais. Ao término, são apresentadas as referências consultadas.

2. Metodologia

O estudo adota uma abordagem qualitativa, de caráter descritivo-analítico, desenvolvida por meio de revisão de literatura e da observação empírica. A abordagem qualitativa se mostra adequada ao objetivo da pesquisa, uma vez que possibilita a compreensão de fenômenos complexos (Minayo, 2014) relacionados às dimensões socioambientais, produtivas e territoriais dos sistemas agroalimentares, bem como a construção de interpretações teóricas acerca da noção de produção inteligente. Esse tipo de abordagem permite analisar processos sociais em

sua teia de interações, considerando contextos, significados e inter-relações que não podem ser apreendidos exclusivamente por métodos quantitativos (Flick, 2009; Creswell, 2021).

O caráter descritivo da pesquisa se fundamenta na intenção de sistematizar e interpretar conhecimentos já produzidos na literatura científica, buscando identificar contribuições teóricas relevantes para a compreensão das relações entre agricultura familiar, sustentabilidade e conservação dos biomas, com ênfase no contexto do Pampa Gaúcho. Estudos descritivos têm como finalidade principal a caracterização de fenômenos e o estabelecimento de relações entre variáveis ou categorias analíticas, contribuindo para o aprofundamento do conhecimento sobre determinada temática (Gerhardt e Silveira, 2009; Gil, 2017).

A revisão de literatura foi conduzida a partir da análise de publicações acadêmicas nacionais e internacionais, incluindo artigos científicos, livros, teses, dissertações, relatórios técnicos e documentos institucionais relacionados aos temas sobre agroecologia, sistemas agroalimentares sustentáveis, agricultura familiar, desenvolvimento rural, territorial e sustentável, conservação do bioma Pampa e produção inteligente. A seleção das fontes priorizou trabalhos com relevância acadêmica, atualidade e aderência temática ao objeto de estudo, permitindo a construção de um referencial teórico interdisciplinar.

A observação adotada na presente investigação, em caráter complementar à revisão de literatura, abrange um período superior a uma década. As autoras acumulam mais de dez anos de inserção teórica e empírica no território do Pampa Gaúcho, o que possibilitou a incorporação de evidências oriundas da vivência cotidiana e da participação em múltiplos espaços institucionais e sociotécnicos. Entre esses espaços, destacam-se eventos científicos regionais, reuniões de Conselhos de Desenvolvimento Rural e de Conselhos de Segurança Alimentar e Nutricional, atividades de campo promovidas pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), bem como encontros com agricultores familiares agroecológicos e feirantes, entre outras experiências. Esse conjunto de observações foi mobilizado como suporte analítico para a leitura crítica dos referenciais teóricos selecionados e para a formulação das estratégias propostas à promoção da produção inteligente no território do Pampa Gaúcho.

A análise do material bibliográfico ocorreu por meio de etapas de leitura exploratória, seletiva e interpretativa, conforme procedimentos sugeridos por Gil (2017), buscando identificar convergências teóricas, lacunas analíticas e contribuições conceituais que subsidiassem a proposição da noção de produção inteligente e a discussão de estratégias voltadas à promoção da sustentabilidade no território do Pampa Gaúcho. Dessa forma, o estudo se caracteriza como uma investigação de natureza teórica e analítica, orientada à construção de reflexões que possam contribuir para o avanço do conhecimento sobre sistemas produtivos sustentáveis em contextos de emergência climática.

3. Desenvolvimento

A intensificação da crise climática contemporânea se encontra profundamente associada às transformações antrópicas nos sistemas naturais, particularmente aquelas decorrentes dos padrões de produção e consumo consolidados desde a Revolução Industrial. O setor agropecuário desempenha papel central nesse processo, tanto pela emissão direta de gases de efeito estufa — especialmente metano e óxido nitroso — quanto pelas mudanças no uso da terra, como desmatamento, conversão de ecossistemas naturais e degradação do solo (SEEG, 2023). Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) evidenciam que os sistemas alimentares respondem por parcela significativa das emissões globais, ao mesmo tempo em que se encontram entre os setores mais vulneráveis aos impactos das alterações climáticas, como eventos extremos, variabilidade hídrica e perda de produtividade agrícola (IPCC, 2019; 2023).

Essa dinâmica revela um paradoxo estrutural: os modelos produtivos dominantes contribuem para a crise climática e, simultaneamente, tornam-se progressivamente mais expostos aos seus efeitos, comprometendo a segurança alimentar global. Nessa perspectiva, a crise climática deve ser compreendida como parte de um processo mais amplo de transgressão dos limites ecológicos do planeta, conforme proposto por Rockström et al. (2009), no arcabouço dos limites planetários e, posteriormente, aprofundado Steffen et al. (2015) que identifica mudanças climáticas, perda de biodiversidade e alterações nos ciclos biogeoquímicos como fronteiras críticas já pressionadas pela ação humana.

A compreensão dos sistemas agroalimentares a partir de uma perspectiva sistêmica tem se consolidado como elemento central para enfrentar simultaneamente os desafios da mitigação das mudanças climáticas e da promoção da segurança alimentar. Conforme Abramovay (2021), o sistema alimentar abrange o conjunto de atividades relacionadas à produção, processamento, distribuição, consumo e descarte de alimentos, bem como seus resultados socioeconômicos e ambientais, evidenciando que intervenções isoladas na produção agrícola são insuficientes para promover transformações sustentáveis.

Nessa direção, relatórios FAO (2018b; 2021) destacam que sistemas agroalimentares sustentáveis dialogam com o conceito de desenvolvimento sustentável e são aqueles capazes de garantir segurança alimentar e nutricional para as gerações presentes e futuras, ao mesmo tempo em que preservam as bases ecológicas dos sistemas produtivos, reduzem emissões de gases de efeito estufa e fortalecem economias locais. Sob essa perspectiva, práticas como diversificação produtiva, manejo sustentável do solo, redução do desperdício de alimentos e fortalecimento de cadeias curtas de comercialização contribuem não apenas para a mitigação climática, mas também para a resiliência dos territórios frente a choques ambientais e socioeconômicos (Noronha, Silva Junior, Barbosa, 2025).

No contexto brasileiro, a articulação entre sistemas alimentares sustentáveis e segurança alimentar assume particular relevância diante das desigualdades sociais e das transformações nos padrões de produção e consumo de alimentos. Estudo conduzido por Belik (2003; 2017) evidenciam que a segurança alimentar não se restringe ao acesso quantitativo aos alimentos, mas envolve dimensões qualitativas, culturais e nutricionais, diretamente influenciadas pela organização dos sistemas produtivos e pelos circuitos de abastecimento.

Os sistemas agroalimentares baseados na diversidade produtiva, valorização de alimentos locais e na agricultura familiar tendem a ampliar a disponibilidade de alimentos frescos e nutritivos, reduzir a dependência de cadeias longas e intensivas em carbono e fortalecer economias regionais, contribuindo simultaneamente para a mitigação das mudanças climáticas e para a promoção de dietas mais saudáveis (Maciel e Troian, 2025). Dessa forma, a transição para sistemas agroalimentares sustentáveis, configura-se como estratégico para integrar objetivos ambientais, nutricionais e sociais, constituindo um dos pilares fundamentais para a construção de modelos de produção inteligente orientados pela sustentabilidade e pela justiça alimentar (Fraga et al., 2022).

A agroecologia tem sido reconhecida como uma abordagem científica, prática e política capaz de integrar dimensões ecológicas, sociais e econômicas da produção de alimentos, promovendo sistemas produtivos mais resilientes às mudanças climáticas e menos dependentes de insumos externos (Gliessman, 2014; 2020). Nesse contexto, a agricultura familiar assume papel estratégico, uma vez que seus sistemas produtivos tendem a apresentar maior diversidade biológica, integração entre atividades e manejo baseado em conhecimentos locais, características associadas ao aumento da resiliência socioecológica (Maciel, Troian e Maia, 2024). Além disso, a agroecologia contribui para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa por meio da redução do uso de fertilizantes sintéticos, do incremento de matéria orgânica

no solo e da diversificação produtiva, reforçando sua relevância como alternativa aos modelos agrícolas intensivos em químicos (Altieri e Nicholls, 2017b; Gliessman, 2020;).

Ao mesmo tempo, a agricultura familiar agroecológica fortalece circuitos curtos de comercialização, economias locais e estratégias de soberania alimentar, ampliando a autonomia dos agricultores e reduzindo vulnerabilidades socioeconômicas (Maciel, Troian e Oliveira, 2024). Esse conjunto de elementos aproxima a noção de produção inteligente de uma perspectiva sistêmica, na qual eficiência não se restringe ao aumento de produtividade, mas incorpora sustentabilidade ambiental, inclusão social e segurança alimentar. Assim, a inteligência produtiva passa a ser compreendida como resultado da articulação entre conhecimentos tradicionais, inovação social e manejo ecológico dos agroecossistemas (Altieri e Nicholls, 2017a).

A perspectiva territorial do desenvolvimento enfatiza que os processos produtivos não podem ser dissociados das dinâmicas socioculturais, históricas e institucionais que caracterizam cada espaço (Schneider, 2009). O território é entendido como construção social, marcada por relações de poder, identidades coletivas e formas específicas de uso dos recursos naturais (Maia, 2022). Nesse sentido, estratégias de desenvolvimento territorial sustentáveis dependem do reconhecimento das particularidades culturais e ambientais locais, bem como da valorização dos saberes tradicionais e das formas de organização social existentes (Ploeg et al., 2000). A incorporação dessas dimensões amplia a compreensão da produção inteligente, deslocando-a de uma lógica exclusivamente tecnológica para uma abordagem contextualizada e territorialmente situada.

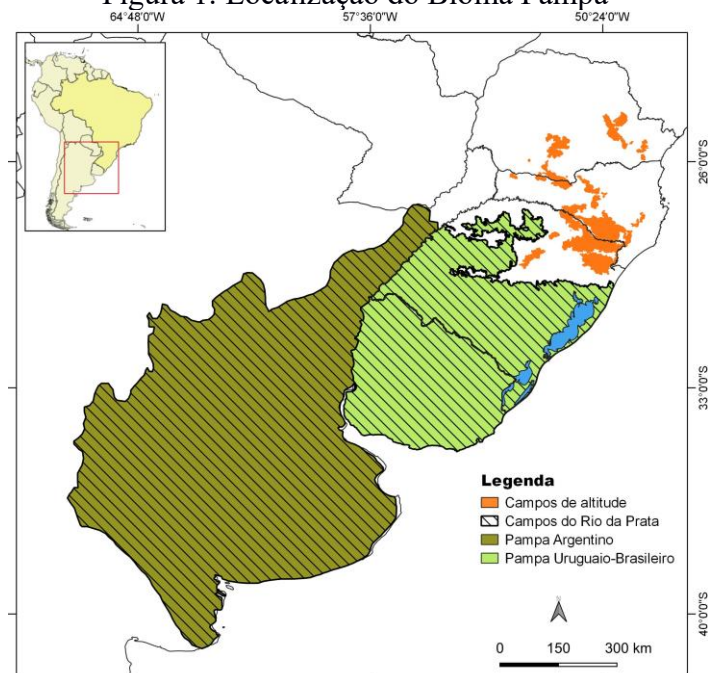
O território do Pampa Gaúcho apresenta especificidades ecológicas e socioeconômicas marcadas pela predominância de campos naturais, elevada biodiversidade e histórico de marginalização em políticas públicas voltadas ao desenvolvimento rural. Nesse contexto, a agropecuária familiar desempenha papel fundamental na manutenção das paisagens, na conservação de recursos naturais e na dinamização das economias locais (Maia, 2022). Entretanto, limitações estruturais, como acesso restrito a mercados, assistência técnica e infraestrutura, contribuem para a vulnerabilidade socioeconômica desses atores sociais (Maia, Maciel e Troian, 2025; Maciel e Troian, 2025), reforçando a necessidade de estratégias de desenvolvimento territorial adaptadas às características regionais.

O Bioma Pampa (figura 1) constitui um amplo sistema campestre transfronteiriço que se estende pelo sul do Brasil, Uruguai e nordeste da Argentina, abrangendo aproximadamente 700.000 km² e integrando a unidade ecológica conhecida como Campos do Rio da Prata. No contexto brasileiro, o Pampa foi oficialmente reconhecido como bioma pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2004, com revisão de seus limites territoriais em 2019, o que contribuiu para maior precisão na delimitação de sua área de ocorrência (IBGE, 2019). Esse bioma ocupa cerca de 2% do território nacional e está restrito ao estado do Rio Grande do Sul, onde originalmente cobria aproximadamente 2/3 da superfície estadual, embora atualmente apresente significativa redução em função da expansão agropecuária, da silvicultura e da conversão para monoculturas agrícolas (Santos, 2023).

A promoção da produção inteligente no Pampa Gaúcho pressupõe o fortalecimento de sistemas produtivos alinhados às dinâmicas ecológicas dos campos nativos, à diversificação produtiva e aos princípios agroecológicos, bem como à valorização de produtos com identidade territorial e agregação de valor local. Essa perspectiva converge com abordagens que reconhecem a agroecologia e os sistemas alimentares sustentáveis como estratégias capazes de integrar conservação ambiental, produção de alimentos e desenvolvimento rural (Altieri; Nicholls, 2020; FAO, 2018a; HLPE, 2019). Nesse contexto, estratégias orientadas por políticas públicas integradas, apoio à organização social e estímulo à inovação sociotécnica, tornam-se fundamentais para ampliar a resiliência socioecológica, a segurança alimentar e a capacidade

adaptativa frente à emergência climática (Abramovay, 2021; FAO; IFAD, 2019). Assim, a produção inteligente pode ser compreendida como um processo territorializado que articula sustentabilidade ambiental, inclusão produtiva e valorização cultural, contribuindo para trajetórias de desenvolvimento mais equitativas e sustentáveis (Schneider, 2009; Ploeg et al., 2000).

Figura 1. Localização do Bioma Pampa



Fonte: Santos (2023, p.1).

Entende-se, portanto, a produção inteligente como uma abordagem de organização dos sistemas alimentares orientada pela sustentabilidade ambiental, diversidade produtiva, qualidade e valor nutricional dos alimentos, respeito aos biomas e às culturas locais, além da agregação de valor nos territórios e do fortalecimento da segurança alimentar. Tal compreensão aproxima-se da noção de sistemas alimentares sustentáveis, nos quais as dimensões ecológicas, sociais, econômicas e nutricionais são indissociáveis (FAO, 2018b; HLPE, 2019), bem como das contribuições da agroecologia enquanto abordagem científica, prática e movimento social voltado à transformação dos sistemas agroalimentares (Gliessman, 2014; Altieri; Toledo, 2011). A promoção dessa perspectiva requer a convergência de múltiplas estratégias institucionais, econômicas e sociotécnicas, capazes de superar a fragmentação das políticas e de estimular processos de transição produtiva adaptados às especificidades regionais (Abramovay, 2021).

No caso do Pampa Gaúcho, a construção de condições favoráveis à transição para sistemas produtivos mais resilientes demanda uma abordagem multidimensional, estruturada em cinco pilares estratégicos interdependentes, a saber: (i) políticas públicas e incentivos governamentais; (ii) valorização e reconhecimento do consumidor; (iii) inovação e tecnologia orientadas à sustentabilidade; (iv) fortalecimento de iniciativas locais e do cooperativismo; e (v) diálogo e articulação entre diferentes atores sociais. O Quadro 1, apresentado a seguir, sintetiza as principais ações, atitudes e comportamentos associados à promoção da produção inteligente no território.

Quadro 1. Estratégias para a promoção da produção inteligente no território Pampa Gaúcho

Pilar estratégico	Ações-chave	Benefícios e impactos
1. Políticas públicas e incentivos governamentais	Crédito diferenciado: Juros subsidiados e prazos estendidos para práticas sustentáveis (agroecologia, orgânicos, diversificação).	Facilitação à transição para práticas sustentáveis.
	Subvenção para insumos sustentáveis: Subsídios para bioinsumos, compostos orgânicos, sementes crioulas.	Redução de custos e riscos para produtores.
	ATES: Fortalecimento de programas de assistência técnica, social, ambiental e extensão rural.	Favorece um mercado garantido para produtos sustentáveis.
	Compras Governamentais: Incentivo a compras públicas de alimentos (PAA, PNAE, etc).	
	Regulamentação e certificação: Simplificação de processos de certificação para produtos sustentáveis.	Garante a credibilidade dos produtos para o consumidor.
	Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE): Proteção e fiscalização para proteção dos biomas e direcionamento da produção.	Protege áreas/biomas sensíveis.
2. Valorização e reconhecimento do consumidor	Educação Alimentar: Campanhas de conscientização sobre os benefícios da “produção inteligente” (saúde, meio ambiente, economia local).	Aumenta a demand a por produtos sustentáveis.
	Canais curtos de comercialização: Incentivo a feiras, mercados locais, cestas de alimentos e vendas diretas.	Garante preço justo ao produtor e alimentos frescos ao consumidor.
	Selos e rastreabilidade: Desenvolvimento de selos de qualidade (“selo Pampa”, por exemplo) e sistemas de rastreabilidade.	Gera confiança e valor para a origem dos alimentos. Fortalece a economia local .
	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): Investimento em novas tecnologias e práticas adaptadas ao bioma (culturas resistentes, manejo de pastagens, etc).	Otimiza o uso de recursos (água, solo, energia). A eficiência e a resiliência dos sistemas produtivos.
3. Inovação e tecnologia a serviço da sustentabilidade	Economia Circular: Promoção da integração de sistemas que minimizem resíduos e maximizem o uso de subprodutos.	Reduz o impacto ambiental e gera novos produtos/rendas. Contribui para a adaptação às mudanças climáticas.
	Cooperativas e associações de produtores: Incentivo à formação e fortalecimento de redes de produtores.	Aumenta o poder de negociação e acesso a mercados.
4. Fortalecimento de iniciativas locais e cooperativismo	Turismo rural e agroturismo: Desenvolvimento de atividades em Livramento e no Pampa, destacando a paisagem e a cultura local.	Diversifica a renda do produtor e agrega valor cultural.
	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF): Promoção de sistemas que combinam diferentes atividades na mesma área.	Contribui para ambiente favorável para a inovação e o investimento.

**5. Diálogo e
articulação entre
atores**

Parcerias público-privadas: Colaboração entre governo, empresas, universidades e sociedade civil.

Engajamento empresarial: Incentivo à incorporação de produtos da “produção inteligente” em suas cadeias.

Promove a **mudança de mentalidade** e a colaboração entre diferentes modelos de produção.

Fonte: Elaboração própria, com base na bibliografia consultada (2026).

O primeiro pilar envolve instrumentos como crédito diferenciado para práticas sustentáveis, fortalecimento da assistência técnica e extensão rural, incentivos às compras públicas institucionais, simplificação de processos de certificação e implementação de instrumentos de ordenamento territorial, como o zoneamento ecológico-econômico, contribuindo para reduzir custos de transição e ampliar a proteção dos ecossistemas (FAO; IFAD, 2019; HLPE, 2019). Nesse sentido, reconhece-se a relevância das linhas de financiamento verdes vinculadas ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) como instrumento potencial de estímulo à produção sustentável no bioma Pampa. Contudo, observa-se que o acesso a essas modalidades ainda é territorialmente restrito e, em muitos casos, direcionado ao financiamento de cadeias produtivas semelhantes às práticas convencionais predominantes, o que limita sua capacidade de induzir mudanças estruturais nos sistemas produtivos regionais (Madruga et al., no prelo). Assim, embora representem um avanço institucional importante, tais instrumentos mostram-se insuficientes frente à magnitude dos desafios socioambientais do território, evidenciando a necessidade de revisão de seus critérios operacionais, ampliação do acesso e maior alinhamento com estratégias efetivas de transição agroecológica e conservação dos ecossistemas campestres.

O segundo pilar destaca o papel do consumo consciente e dos mercados de proximidade, por meio de feiras locais, certificações participativas e selos de origem, que fortalecem a confiança, promovem preços mais justos e dinamizam a economia regional, especialmente no âmbito da agricultura familiar (Maciel; Troian; Oliveira, 2024; Kerr et al., 2021). No contexto do Pampa Gaúcho, todavia, tais estratégias ainda demandam maior planejamento institucional e ações de fomento, uma vez que persistem barreiras socioculturais que limitam sua consolidação. Pesquisas como a de Troian, Aguirre e Oliveira (2023) evidenciam, por exemplo, a existência de preconceitos em relação aos alimentos provenientes da agricultura familiar comercializados em feiras, o que afeta a valorização social desses produtos e restringe seu potencial de inserção nos mercados locais. Esse cenário reforça a necessidade de políticas integradas que articulem educação alimentar, comunicação social, fortalecimento das redes curtas de comercialização e reconhecimento da identidade territorial dos produtos, de modo a ampliar a aceitação social e a viabilidade econômica dessas iniciativas.

O terceiro pilar se refere ao investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação orientados às especificidades do bioma, incluindo tecnologias adaptadas ao manejo sustentável das pastagens, sistemas produtivos integrados e práticas de economia circular, capazes de otimizar o uso de recursos naturais e reduzir impactos ambientais, contribuindo para a transição para sistemas agrícolas mais sustentáveis (Parra-López et al., 2026; Milian Gómez; Byttebier, 2025). No âmbito dessa discussão, torna-se fundamental que instituições de ensino e pesquisa com presença territorial, como a Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) e o Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul), ampliem iniciativas voltadas à geração de conhecimentos e tecnologias apropriadas às demandas locais, considerando as especificidades ecológicas, produtivas e socioculturais da região. Além disso, é necessário reconhecer que a inovação não se restringe ao âmbito

acadêmico-formal, sendo igualmente imprescindível o conhecimento, o reconhecimento e a difusão das tecnologias sociais construídas no cotidiano de agricultores familiares e pecuaristas. Tais processos envolvem, por exemplo, o *know-how* acumulado pelos atores locais — resultante de trajetórias históricas de interação com o ambiente. A sistematização e reprodução dessas experiências, frequentemente baseadas em saberes tradicionais e processos de experimentação prática, podem desempenhar papel estratégico na construção de soluções territorialmente adequadas, socialmente legitimadas e ambientalmente sustentáveis.

O quarto pilar enfatiza o papel das cooperativas, associações e redes locais na organização da produção, no acesso a mercados e na agregação de valor, articulando dimensões econômicas e socioculturais, inclusive por meio de iniciativas como turismo rural e sistemas integrados de produção, aspectos reconhecidos como centrais nos processos de desenvolvimento rural (Schneider, 2009; Maia, 2022). No entanto, no contexto do Pampa Gaúcho, a consolidação de formas coletivas de organização enfrenta desafios históricos e socioculturais específicos. As características naturais do território, marcadas por grandes distâncias entre as propriedades e unidades produtivas, associadas ao processo social de ocupação e ao modelo de colonização predominante, contribuíram para a formação de uma cultura produtiva mais individualizada. Foi sobretudo a partir da década de 1990, com a implantação de assentamentos rurais, que experiências associativas e cooperativas passaram a ganhar maior visibilidade e relevância regional (Ferron e Troian, 2020; Ferron, Troian e Breitenbach, 2021). Diante desse quadro, torna-se crucial promover ações sistemáticas de formação cooperativa entre os diferentes atores sociais do território, visando fortalecer valores de cooperação, confiança e reciprocidade, bem como estimular lógicas de atuação baseadas em articulação coletiva e menor competição entre produtores. Tais iniciativas podem contribuir para ampliar a capacidade organizativa local e potencializar estratégias de desenvolvimento territorial sustentável.

Por fim, o quinto pilar destaca a importância da governança territorial e da cooperação entre Estado, universidades, setor privado e sociedade civil, condição essencial para promover inovação, investimentos e mudanças institucionais necessárias à transição sustentável (Ploeg et al., 2000; Abramovay, 2021). No Pampa Gaúcho, esse pilar encontra condições particularmente favoráveis de desenvolvimento, sobretudo nas últimas duas décadas, em decorrência das políticas de interiorização das universidades públicas e dos institutos federais. A expansão do ensino público, gratuito e de qualidade no território tem desempenhado papel estratégico na formação de capital humano, no fortalecimento das capacidades institucionais locais e na qualificação dos processos de governança e tomada de decisão. Esse movimento contribui para ampliar o diálogo entre conhecimento científico e demandas territoriais, favorecendo a construção de agendas colaborativas e soluções mais aderentes às especificidades regionais, o que reforça o potencial transformador das dinâmicas de cooperação multissetorial no Pampa.

A implementação articulada desses eixos — incluindo o incentivo a práticas agroecológicas, o fortalecimento de circuitos curtos de comercialização, o apoio à pesquisa adaptada ao bioma e a valorização dos produtos locais — possibilita a construção de alternativas capazes de conciliar dinamização econômica, conservação dos ecossistemas e garantia do direito à alimentação adequada (Altieri; Nicholls, 2020; FAO, 2018a; Kerr et al., 2021). Nesse sentido, a noção de produção inteligente oferece um referencial analítico e estratégico para orientar políticas e iniciativas voltadas ao desenvolvimento territorial sustentável no Pampa Gaúcho.

Outrossim o desenvolvimento territorial sustentável pressupõe governança participativa, cooperação entre atores locais e fortalecimento de redes institucionais, elementos essenciais para promover inovação social e inclusão produtiva (Schneider, 2009; Ploeg et al., 2000). A promoção de sistemas alimentares territorializados e de práticas culturais associadas à produção de alimentos contribui não apenas para a diversificação econômica, mas também para a conservação ambiental e a coesão social (FAO, 2018b; Abramovay, 2021). Portanto, a inteligência produtiva dialoga como a capacidade coletiva de um território de mobilizar recursos, conhecimentos e instituições para promover bem-estar social e sustentabilidade de longo prazo.

4. Considerações finais

O estudo objetivou contribuir com debate acadêmico sobre os sistemas agroalimentares em contextos de emergência climática, a partir da discussão da noção de produção inteligente e da proposta de articulação de cinco pilares estratégicos para a sustentabilidade do Pampa Gaúcho. A promoção da sustentabilidade — compreendida neste estudo como expressão da “produção inteligente” — encontra-se intrinsecamente relacionada à superação de desigualdades estruturais, particularmente aquelas associadas ao acesso à terra, à renda, ao capital e aos recursos naturais, bem como ao enfrentamento das crises ambientais contemporâneas. Nessa perspectiva, a inteligência não pode ser dissociada da valorização do local e do territorial, devendo necessariamente considerar as características físicas, ecológicas, culturais e simbólicas que conformam os espaços sociais. Assim, produzir de forma inteligente implica reconhecer limites ecológicos, respeitar saberes tradicionais e promover formas de organização social que assegurem a reprodução econômica, social e ambiental dos territórios.

Os resultados discutidos ao longo do manuscrito também evidenciam a necessidade de revisão crítica dos próprios referenciais que orientam aquilo que a universidade e a sociedade definem como “inteligente”. Torna-se paradoxal — e socialmente revelador — que, em pleno século XXI, a noção de inteligência permaneça marcada por ambiguidades conceituais e por uma associação quase automática ao avanço tecnológico e à sofisticação produtiva. Tal compreensão mostra-se limitada quando confrontada com a realidade contemporânea, caracterizada pela persistência de conflitos armados, pela negação científica das mudanças climáticas, pela expansão de ideologias autoritárias, pela insegurança alimentar, pela intolerância religiosa, pela criminalização de migrantes, pelo racismo estrutural e pelos elevados índices de violência de gênero, entre outras expressões de desigualdade e injustiça.

A coexistência dessas problemáticas com avanços tecnológicos extraordinários evidencia uma dissociação entre progresso técnico e progresso civilizatório, indicando que a capacidade de inovar não tem sido necessariamente acompanhada pela capacidade de promover justiça social, equilíbrio ambiental e dignidade humana. Nesse contexto, torna-se imperativo ressignificar o próprio conceito de inteligência, incorporando dimensões éticas, sociais e ecológicas. Mais do que ampliar tecnologias digitais, automação ou sistemas produtivos altamente mecanizados, a contemporaneidade demanda o fortalecimento de tecnologias sociais, saberes ancestrais, relações de cooperação e formas de convivência baseadas no respeito humano e na sustentabilidade da vida. A verdadeira inteligência, portanto, não reside apenas na sofisticação técnica, mas na capacidade coletiva de construir sociedades mais justas, resilientes e ambientalmente responsáveis.

Nesse cenário, os sistemas agroalimentares alternativos — aqui compreendidos como sistemas inteligentes — emergem não apenas como possibilidades, mas como necessidades diante da crise climática. As evidências apontam que modelos baseados na diversidade

produtiva, na agroecologia, nos circuitos curtos de comercialização e no trabalho coletivo apresentam maior capacidade de resiliência socioambiental quando comparados aos sistemas convencionais altamente dependentes de insumos externos e orientados à monocultura. O caso do Pampa Gaúcho ilustra essa contradição: ao mesmo tempo em que o avanço do monocultivo de soja promove simplificação ecológica, homogeneização produtiva e pressões socioculturais, persistem experiências de agricultura e pecuária familiar agroecológica que demonstram viabilidade econômica, sustentabilidade ambiental e fortalecimento do tecido social, especialmente quando articuladas por cooperativas e associações locais.

Dessa forma, torna-se fundamental superar a visão reducionista que historicamente caracterizou o Pampa como um espaço vazio, homogêneo e meramente apto à mecanização agrícola. Reconhecer sua complexidade ecológica e sociocultural constitui condição essencial para a construção de estratégias de desenvolvimento territorial compatíveis com a conservação do bioma e com o bem-estar das populações locais.

A articulação em torno dos cinco pilares estratégicos propostos — políticas públicas e incentivos governamentais; valorização e reconhecimento do consumidor; inovação e tecnologia orientadas à sustentabilidade; fortalecimento de iniciativas locais e do cooperativismo; e diálogo e articulação entre diferentes atores sociais — revela-se, portanto, um caminho promissor para a promoção da produção inteligente no Pampa Gaúcho. Tais pilares, quando implementados de forma integrada, podem contribuir para a transição de modelos produtivos insustentáveis para sistemas agroalimentares mais resilientes, inclusivos e ambientalmente responsáveis.

Reconhece-se, contudo, que essa transição enfrenta desafios significativos, relacionados às relações de poder estabelecidas no território, à dependência de mercados globais, à influência de narrativas hegemônicas sobre desenvolvimento e à própria trajetória histórica de especialização produtiva. Esses elementos, associados à dependência de trajetória (*path dependence*), tendem a reforçar modelos convencionais e dificultar mudanças estruturais. Ainda assim, experiências existentes demonstram que a transformação é possível quando há vontade política, mobilização social e articulação institucional.

Por fim, conclui-se que o futuro sustentável do Pampa Gaúcho depende da reorientação dos sistemas produtivos para que o capital deixe de ser um fim em si mesmo e passe a constituir um meio para a promoção da vida, da justiça social e da integridade ambiental. A produção inteligente, nesse contexto, não representa apenas uma alternativa técnica, mas um projeto social capaz de reconciliar desenvolvimento, natureza e dignidade humana.

Referências

ABRAMOVAY, R. Desafios para o sistema alimentar global. **Ciência e Cultura**, São Paulo, SP, v. 73, n. 1, p. 53-57, 2021.

ADRIAENSENS, J.; DESSEIN, J.; ADAM, J. Science as a territory in dispute: an analysis of power and paradigms in the conceptualization of agroecology. **Agriculture and Human Values**, [S. l.], v. 42, p. 1757-1771, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10460-025-10723-2>.

AGAPITO, L. A. Smart farming: A literature review on the global trend and evolution in the Brazilian Midwest. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, [S. l.], v. 3, n. 8, 2024. DOI: <https://doi.org/10.17271/nkj43888>.

ALTIERI, M. A.; TOLEDO, V. M. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. **The Journal of Peasant**

Studies, Londres, UK, v. 38, n. 3, p. 587-612, 2011. DOI:
<https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology: A Brief Account of Its Origins and Current Directions. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, Londres, UK, v. 41, n. 3-4, p. 231-237, 2017a. DOI: <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1287147>.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 140, n. 1, p. 33-45, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. **Journal of Peasant Studies**, Londre, UK, v. 47, n. 5, p. 881-898, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891>.

ARRUDA, A. S. F. de; MASCARENHAS, G. M. de A.; OLIVEIRA, W. H. de. A agricultura familiar como alternativa: em busca de segurança alimentar e nutricional. **Interseções: Revista de Estudos Interdisciplinares**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.12957/irei.2023.57362>.

BARROSO, M. Os impactos das mudanças climáticas na produção agrícola do Brasil. **The Nature Conservancy**. Site. Publicado em: 12 de março de 2025. 2025. Disponível em: <https://www.tnc.org.br/conecte-se/comunicacao/artigos-e-estudos/impactos-mudancas-climaticas-producao-agricola/>. Acesso em: 13 jan. 2026.

BARROSO, C. B. et al. Smart Farming and the SDGs: Emerging Research Patterns and Sustainability Implications. **Agriculture**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 81, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture16010081>.

BELIK, W. Perspectivas para segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, SP, v. 12, p. 12-20, 2003.

BELIK, W. A política brasileira de segurança alimentar e nutricional: concepção e resultados. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, SP, v. 19, n. 2, p. 94-110, 2012.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

FAO. Food and Agriculture Organization. **The 10 Elements of Agroecology**: Guiding the Transition to Sustainable Food and Agricultural Systems. Rome: FAO, 2018a. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3d7778b3-8fba-4a32-8d13-f21dd5ef31cf/content>. Acesso em: 13 jan. 2026.

FAO. Food And Agriculture Organization. **Sustainable food systems**: concept and framework. Rome: FAO, 2018b. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b620989c-407b-4caf-a152-f790f55fec71/content>. Acesso em: 23 jan. 2026.

FAO; IFAD. Food and Agriculture Organization; International Fund for Agricultural Development. **United Nations Decade of Family Farming 2019–2028: Global Action Plan.** Rome: FAO, 2019. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/5479e317-17b9-428b-9963-ba88e681ff16/content>. Acesso em 18 ja. 2026.

FAO. Food and Agriculture Organization. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2021.** Rome: FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO, 2021, 240p.

FERRON, J. da L.; TROIAN, A. O processo de implantação dos assentamentos rurais em Santana do Livramento (RS). **Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, RS, v. 32, n. Esp., p. 01-15, 2020.

FERRON, J. da L.; TROIAN, A.; BREITENBACH, R. Agricultura Familiar e Reprodução Social: Estratégias dos Assentados de Santana do Livramento/RS. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, RS, v. 19, n. 57, 2021.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa.** 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRAGA, L. K. de. et al. Sistemas agroalimentares sustentáveis e saudáveis: reflexões a partir da perspectiva agroecológica. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara, RS, v. 19, n. Edição Especial 1 (SOBER), março, p. 120-142, 2022.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs.). **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GLIESSMAN, S. **Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems.** 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2014, 405p. DOI: <https://doi.org/10.1201/b17881>.

GLIESSMAN, S. R. Transforming food and agriculture systems with agroecology. **Agriculture and Human Values**, London, v. 37, p. 547-548, 2020.

GUPTA, G.; KUMAR PAL, S. Aplicações da IA na agricultura de precisão. **Discover Agriculture**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 61, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00220-9>.

HLPE. High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition. **Agroecological and other innovative approaches for sustainable agriculture and food systems that enhance food security and nutrition.** Rome: FAO, 2019. 163p. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ff385e60-0693-40fe-9a6b-79bbef05202c/content>. Acesso em: 17 jan. 2026.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomass e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil – 1:250 000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/biomass/pdf/Lim08_BiomSist.pdf. Acesso em: 21 jan. 2026.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change and Land: An IPCC Special Report.** Geneva: IPCC, 2019. Disponível em:

<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/SRCCL-Full-Report-Compiled-191128.pdf>.
Acesso em: 20 jan. 2026.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (AR6). Geneva: IPCC, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf. Acesso em 30 jan. 2026.

KERR, R. B. et al. A agroecologia pode melhorar a segurança alimentar e a nutrição? Uma revisão. **Global Food Security**, Amsterdam, NL, v. 29, p. 100540, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100540>.

MACIEL, M. D. A.; TROIAN, A. Comer ou “enriquecer”? Os desafios da produção agroecológica em meio à expansão da soja em Santana do Livramento/RS. **Desenvolvimento em Questão**, [S. l.], v. 23, n. 62, p. e14202, 2025. DOI: <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2025.62.14202>.

MACIEL, M. D. A.; TROIAN, A.; MAIA, J. F. Dinâmica econômica-social e ecológica-cultural dos agricultores familiares agroecológicos em Santana do Livramento, RS, Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 39, n. 90, p. 372-400, 2024.

MACIEL, M. D. A.; TROIAN, A.; OLIVEIRA, S. V. de. Da mobilização dos mercados digitais ao fortalecimento dos circuitos curtos de comercialização: A estratégia de reprodução social da agricultura familiar agroecológica em Santana do Livramento-RS (Brasil). **Contextualizaciones Latinoamericanas**, Guadalajara, v. 1, n. 30, 2024.

MADRUGA, F. G. et al. Crédito rural e desenvolvimento regional: as Linhas Verdes do Pronaf no Rio Grande do Sul. **Redes**, Santa Cruz do Sul, RS, no prelo.

MAIA, J. F. **O Pampa Gaúcho e a contribuição da agricultura e da pecuária familiar no processo de desenvolvimento territorial**. 2022. 201 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, 2022.

MAIA, J. F.; MACIEL, M. D. A.; TROIAN, A. Transformações no Pampa Gaúcho: olhar da agropecuária familiar agroecológica. **Mundo Agrario**, La Plata, v. 26, n. 61, 2025. DOI: <https://doi.org/10.24215/15155994e277>.

MAIA, J. F.; TROIAN, A.; MACIEL, M. D. A. Território e territorialidade: pode-se dizer que os agricultores e pecuaristas familiares são os guardiões do Pampa Gaúcho?. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara, v. 22, n. 4, out./dez., p. 153-174, 2025.

MAPBIOMAS. Mapeamento da cobertura do solo em todos os biomas brasileiro. **Até 25% da vegetação nativa do Brasil pode estar degradada**. Site. Publicado em: 5 de julho de 2024. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/07/05/ate-25-da-vegetacao-nativa-do-brasil-pode-estar-degradada/>. Acesso em: 15 jan. 2026.

MILIAN GÓMEZ, J. F.; BYTTEBIER, K. Agroecological sustainability: exploring the intersection of digital agriculture, ethics and the right to food. **Discover Agriculture**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 91, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00228-1>.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MULUNEH, M. G. Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article. **Agriculture & Food Security**, Londres, UK, v. 10, n. 1, p. 1-25, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00318-5>.

NORONHA, G. S. de; SILVA JUNIOR, J. da; BARBOSA, T. V. **Segurança e soberania alimentar no Brasil em 2050: mudanças climáticas e sistema alimenta**. Rio de Janeiro: Fiocruz, Saúde Amanhã, Governo Federal Brasil União e Reconstrução, 2025.

PADHIARY, M.; KUMAR, A.; SETHI, L. N. Emerging technologies for smart and sustainable precision agriculture. *Discover Robotics*, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 6, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44430-025-00006-0>.

PAIVA, J. B. de; SANTOS, L. A. da S.; BOMFIM, L. A. T. Family farming and adequate and healthy diet intertwined in the brazilian semiarid region: meanings and practices. **Revista de Alimentação e Cultura das Américas (RACA)**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 59-78, 2025. DOI: <https://doi.org/10.35953/raca.v5i2.208>.

PARRA-LÓPEZ, C. et al. From smart farming to wise agricultural systems: A conceptual framework for systems-oriented sustainable digital transformation in agriculture. **Agricultural Systems**, [s. l.], n. 104669, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2026.104669>.

PLOEG, J. D. van der et al. Rural Development: From Practices and Policies towards Theory. **Sociologia Ruralis**, [s. l.], v. 40, n. 4, p. 391–408, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00156>.

ROCHA, A. Del M. da. **Análise das transições de cobertura e uso da terra no Bioma Pampa em áreas de supressão de floresta e vegetação herbácea e arbustiva de 2022 em relação a 1985**. 2025. 66 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2025.

ROCKSTRÖM, J. et al. A safe operating space for humanity. **Nature**, London, v. 461, p. 472–475, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1038/461472a>.

SANTOS, T. G. dos. O bioma Pampa. **A Origem do Pampa**. Site [recurso eletrônico]. Girinos do Pampa. 2023. Disponível em: <https://girinosdopampa.com/bioma/>. Acesso em: 21 jan. 2026.

SCHNEIDER, S. Território, Ruralidade e Desenvolvimento. In: VELÁSQUEZ, F. L.; MEDINA, J. G. F. (Orgs.). **Las Configuraciones de los Territorios Rurales en el Siglo XXI**. 1 ed. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2009.

SEEG. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa.

Estimativa de emissões de gases de efeito estufa dos sistemas alimentares no Brasil.

Observatório do Clima. 2023, 89p. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/07/SEEG-SISTEMAS-ALIMENTARES.pdf>. Acesso em 20 jan. 2026.

STEFFEN, Will et al. **Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet.** *Science*, Washington, DC, v. 347, n. 6223, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.

TORCHELSEN, F. P. **Campos do bioma Pampa no contexto de silvicultura:** uso da terra, manejo e fatores ambientais como determinantes da vegetação campestre. 2016. 96f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

TROIAN, A.; AGUIRRE, M. L. C.; OLIVEIRA, S. V. de. Da “Campanha” para a Cidade: as feiras da agricultura familiar em Santana do Livramento (RS). **Redes**, Santa Cruz do Sul, RS, v. 28, n. 1, 2023. DOI: 10.17058/redes.v28i1.16991.

VÁZQUEZ, L. L. Scope of agroecology during the agroecological transition of the local food system. **Journal of Applied Biotechnology and Bioengineering**, Budapeste, HU, v. 12, n. 2, p. 60-65, 2025.

VIERA-ARROYO, W. et al. Systematic Review of Integrating Technology for Sustainable Agricultural Transitions: Ecuador, a Country with Agroecological Potential. **Sustainability**, [s. l.], v. 17, n. 13, p. 6053, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/su17136053>.

WIDIANTO, M. H.; JUARTO, B. Smart Farming Using Robots in IoT to Increase Agriculture Yields: A Systematic Literature Review. **Journal of Robotics and Control (JRC)**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 330-341, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18196/jrc.v4i3.18368>.