

Desenvolvimento Rural Inteligente

Crítica ao modelo Smart Farm, reapropriação semântica e arcabouço técnico-operacional para políticas públicas de uma agricultura que atua na raiz dos problemas.

Versão 2.0 — Documento Fundador

Araras · Rio Claro · São Paulo · Brasil

Sumário

- 01A Disputa pelo Sentido das Palavras
- 02O Que o TCC Revelou — e o Que Ficou em Aberto
- 03Crítica Nevralgica ao Modelo Smart Farm
- 04Tecnologias Emergentes para Agroecologia
- 05Os Princípios do Desenvolvimento Rural Inteligente
- 06Arcabouço para Políticas Públicas
- 07Manifesto — Reapropriação como Ato Político

Seção 01

A Disputa pelo Sentido das Palavras

Toda transformação social começa com uma guerra de linguagem. Antes de conquistar territórios físicos, o poder conquista territórios semânticos — esvazia as palavras que ameaçam a ordem estabelecida e as reaproveita como verniz de legitimidade para seus próprios projetos. A agroecologia e os movimentos rurais são alvos privilegiados dessa operação.

Radical vem do latim radix — raiz. Ser radical significa atuar na raiz dos problemas, não nas suas manifestações superficiais. Um médico radical investiga a causa da doença; um político radical questiona a estrutura que a produz. A palavra foi sequestrada para significar extremismo, violência, perigo — tornando suspeito todo pensamento que vai à raiz das questões.

Inteligente, no contexto rural, deveria significar a capacidade sistêmica de ler a terra, o clima, os saberes ancestrais, as relações sociais e os ciclos ecológicos para tomar decisões que fortalecem a vida. Foi reduzido a sinônimo de automação, sensores e algoritmos a serviço da maximização de produtividade — inteligência a serviço do capital, não da vida.

"O futuro da organização da produção agrícola parece depender de uma nova tecnologia centrada no manejo inteligente do solo e da matéria viva por meio do trabalho humano, utilizando pouco capital, pouca terra e pouca energia inanimada."

Palerm (1980) apud Guzmán e Molina (2005) — a inteligência já estava definida antes do algoritmo

A tabela a seguir mapeia as principais palavras capturadas pelo discurso dominante e propõe caminhos de recuperação do seu sentido original — não como exercício nostálgico, mas como ato político de precisão conceitual.

Seção 01 — Continuação

Palavras em Disputa

Radical

Atuar na raiz (radix) dos problemas. Mudar a estrutura, não o sintoma.

Extremismo

Associada a violência e perigo. Tornou suspeito qualquer pensamento estrutural.

Reforma estrutural

Usar "reforma estrutural" ou "atuação na raiz" como substitutos. Quando usar radical, explicitar a etimologia.

Inteligente

Capacidade sistêmica de ler e responder à complexidade viva de um território.

Automatizado

Reduzida a sensores, algoritmos e IoT a serviço da maximização de produtividade industrial.

Inteligência territorial

Requalificar com adjetivo: "inteligência territorial", "inteligência agroecológica", "inteligência camponesa".

Sustentável

Capaz de se manter no tempo sem degradar as bases naturais e sociais que o sustenta.

Marketing ambiental

Usada pelo agronegócio como greenwashing. FPA usa em 158 anúncios sem qualquer lastro prático.

Regenerativo

Avançar para "regenerativo" — mais preciso, mais difícil de cooptar, implica ativo (regenerar) não apenas neutro.

Regenerativo

Que regenera o que foi degradado — vai além de preservar, ativamente restaura ciclos e relações.

Branding de impacto

Já em processo de captura por fundos ESG e empresas de carbono sem compromisso com soberania alimentar.

Regenerativo soberano

Adicionar "soberania" como qualificador obrigatório: regeneração sem soberania alimentar não é regeneração.

Camponês

Sujeito histórico de um modelo civilizatório baseado na relação profunda com o território.

Pequeno produtor

Reduzido a categoria econômica menor dentro de uma cadeia produtiva. Apaga a dimensão cultural e política.

Agricultor territorializado

Recuperar "camponês" com orgulho ou usar "agricultor territorializado" para enfatizar a relação sujeito-lugar.

Inovação

Criar o novo a partir da leitura profunda do que existe — inclui o conhecimento tradicional como fronteira do saber.

Tecnologia de ponta

Associada exclusivamente a hardware caro, startup, venture capital. Exclui saberes locais como não-inovação.

Tecnologia social

Reivindicar "tecnologia social" como categoria legítima de inovação — inclui sementes, mutirões, saberes.

Disruptivo

Que rompe com o paradigma dominante e abre espaço para um novo modelo civilizatório.

Startup de impacto

Capturado pelo universo das startups para descrever negócios que apenas otimizam o sistema existente.

Paradigma-ruptura

Exigir que "disruptivo" seja qualificado: disruptivo em relação a quê? Para quem? Com quais consequências distributivas?

Seção 02

O Que o TCC Revelou —e o Que Ficou em Aberto

A revisão bibliométrica realizada no Web of Science (2014–2024) com 82 publicações sobre tecnologias digitais para agricultura de base agroecológica produziu dados que vão muito além do que os números sugerem.

O que foi confirmado

A produção científica na intersecção entre agroecologia e tecnologias digitais cresceu significativamente a partir de 2019 — e esse crescimento não é coincidência. Está diretamente relacionado à Agenda 2030 da ONU e à crescente urgência climática. A Índia, surpreendentemente, lidera as publicações, seguida da China e dos EUA — com o Brasil em quarto lugar. Isso revela que os países com maior proporção de agricultores de pequena escala são os que mais investigam tecnologias para essa população.

Os clusters identificados pelo VOSviewer revelaram algo estrutural: há três mundos de pesquisa em diálogo — o da tecnologia e impacto (internet, informação), o da modelagem e previsão (IA, redes neurais) e o do ecossistema e sustentabilidade (serviços ecossistêmicos, carbono, floresta). A conexão entre eles é frágil. Ninguém está integrando os três de forma orgânica.

A lacuna estrutural que o TCC identificou

A grande descoberta do trabalho não está em nenhum número — está na ausência. Não há uma massa crítica de pesquisas que conecte tecnologias digitais ao fortalecimento da autonomia decisória do agricultor camponês. A maioria das pesquisas usa o agricultor de pequena escala como objeto de estudo ou como beneficiário passivo de tecnologias desenvolvidas em outro lugar, para outra escala, por outros sujeitos.

"Desenvolver tecnologias que ajudem a preservar a biodiversidade, valorizar a autonomia decisória dos agricultores camponeses e fortalecer mercados locais é disruptivo, pois é um movimento contrário à reprodução e ampliação do capitalismo exploratório."

Tomaz, C.M. — TCC UFSCar-CCA, 2024

O que este dossiê adiciona

Este documento avança em quatro direções que o TCC abriu mas não pôde completar: uma crítica estrutural ao modelo Smart Farm que vai além da bibliometria; um mapeamento das tecnologias emergentes com potencial real para a agroecologia; a sistematização dos princípios do Desenvolvimento Rural Inteligente como modelo operacional; e um conjunto de proposições para políticas públicas com arcabouço técnico suficiente para embasar disputas legislativas e orçamentárias.

Seção 03

Crítica Nevralgica ao Modelo Smart Farm

O Smart Farming não é uma tecnologia — é um paradigma. E como todo paradigma, ele carrega uma visão de mundo embutida que raramente é explicitada. Quando John Deere adquire a Sentra (2025) para integrar imageamento aéreo e IA em uma plataforma única, ou quando Bayer, BASF e Corteva desenvolvem seus próprios sistemas de IA prescritiva, não estão apenas vendendo eficiência: estão consolidando um modelo onde quem controla os dados controla a produção agrícola global.

A crítica que segue não é contra a tecnologia. É contra a arquitetura de poder que o Smart Farming atual encarna — e contra a captura semântica da palavra "inteligente" para legitimar esse modelo.

Concentração de Soberania sobre os Dados Agrícolas

Os dados gerados pelos sensores, drones e máquinas autônomas no campo são coletados, processados e armazenados por empresas como John Deere, Bayer e BASF. O agricultor gera o dado mas não é seu proprietário. Em 2024–2025, a John Deere intensificou a integração de todas as camadas — visão computacional, prescrição de herbicidas, maquinário autônomo — em uma plataforma proprietária fechada.

'Argumento para política pública: soberania sobre dados agrícolas deve ser tratada como soberania alimentar — direito constitucional, não commodity.

Exclusão Estrutural da Agricultura Familiar

As tecnologias de Smart Farming são desenvolvidas para fazendas de grande escala e depois "adaptadas" para pequenos produtores — geralmente com versões simplificadas que não correspondem à complexidade real dos sistemas agroecológicos. O crédito rural para agricultura familiar representa apenas 14% do total, enquanto as tecnologias exigem investimentos que apenas fazendas médias e grandes podem suportar.

'Argumento: inclusão tecnológica não é oferecer versão lite de uma tecnologia que não foi pensada para você. É co-desenvolver a tecnologia desde o início.

IA Prescritiva sem Autonomia Decisória

Em 2026, a chamada IA Prescritiva — que não apenas prevê mas recomenda e executa decisões — consolidou-se no agronegócio. Em fluxos automatizados, a IA correlaciona dados de clima, solo, genética e mercado para executar decisões complexas sem intervenção humana. Para o agricultor camponês, isso representa a transferência de sua expertise milenar para um algoritmo treinado em dados de outros contextos, outras culturas, outros solos.

'Argumento: inteligência artificial que substitui o saber camponês aprofunda a dependência; IA que amplifica esse saber é instrumento de soberania.

Otimização de um Modelo Equivocado

O Smart Farming se propõe a resolver os problemas da agricultura industrial com mais tecnologia industrial. Otimiza o uso de herbicidas (See & Spray da John Deere) mas não questiona o modelo herbicida-dependente. Aumenta a precisão da aplicação de agrotóxicos mas não questiona a presença deles. É eficiência a serviço de um paradigma que precisa ser substituído, não aperfeiçoado.

'Argumento: a crise climática exige ruptura de paradigma, não otimização do paradigma que a gerou. Tecnologia que aumenta a produtividade de um sistema insustentável prolonga a crise.

Greenwashing Tecnológico

O mesmo movimento que cooptou "sustentável" está cooptando "smart" e "regenerativo". Empresas como Bayer e BASF apresentam suas plataformas digitais como ferramentas de sustentabilidade enquanto mantêm modelos de negócio baseados em agroquímicos. Pesquisa do NetLab/UFRJ demonstrou que a FPA usa linguagem de sustentabilidade em 158 anúncios digitais como estratégia de greenwashing para criminalizar movimentos sociais rurais.

'Argumento: "smart" e "inteligente" precisam de definição operacional em lei — assim como "orgânico" tem certificação, "inteligente" precisa de critérios de soberania, inclusão e impacto ecológico.

Dependência Tecnológica como Novo Colonialismo

A predominância de publicações sobre Smart Farming em países desenvolvidos — apontada pelo próprio TCC — reflete uma assimetria estrutural: a tecnologia é desenvolvida no Norte Global para condições de solo, clima e escala do Norte Global, e depois exportada como solução universal. A parceria John Deere–Starlink consolida uma infraestrutura tecnológica para o campo que é controlada por corporações norte-americanas.

'Argumento: política pública de tecnologia agrícola deve exigir desenvolvimento territorial — tecnologia co-criada com e para os agricultores do lugar.

Seção 04

Tecnologias Emergentes com Potencial Agroecológico Real

Não se trata de rejeitar a tecnologia — trata-se de exigir que ela responda a perguntas diferentes. Em vez de "como aumentar a produtividade desta fazenda?", perguntar: "como fortalecer a autonomia deste agricultor?" e "como tornar este ecossistema mais resiliente?". As tecnologias a seguir têm potencial genuíno para essa agenda quando desenvolvidas com os princípios do Desenvolvimento Rural Inteligente.

Seção 05

Os Princípios do Desenvolvimento Rural Inteligente

O Desenvolvimento Rural Inteligente não é uma tecnologia nem um programa de governo. É um paradigma — um conjunto de princípios que orientam como a tecnologia, o conhecimento e os recursos devem se organizar para fortalecer a vida nos territórios rurais. A inteligência aqui não é do algoritmo. É do sistema vivo que conecta pessoas, plantas, solos e saberes.

Princípio 01

Soberania Territorial como Ponto de Partida

O desenvolvimento começa pela leitura do território — seus ecossistemas, sua história, seus conflitos, suas potencialidades. Tecnologia que ignora o território é tecnologia equivocada. O agricultor territorializado é o primeiro especialista, não o último a ser consultado.

Princípio 02

Autonomia Decisória como Métrica Central

Uma tecnologia é boa para a agroecologia se aumenta a autonomia decisória do agricultor. É ruim se cria dependência — de insumos, de plataformas, de técnicos externos. A soberania tecnológica é dimensão da soberania alimentar.

Princípio 03

Conhecimento Tradicional como Fronteira do Saber

O saber camponês acumulado em gerações é dado científico de alta relevância — não superstição a ser substituída por algoritmo. Pesquisa, ensino e extensão devem tratar esse conhecimento como ponto de partida, não como obstáculo à modernização.

Princípio 04

Dados como Bem Comum, não Commodity

Os dados gerados no campo pertencem ao agricultor e à comunidade que os gerou. Plataformas de coleta de dados agrícolas devem ser abertas, interoperáveis e governadas pelos produtores. Dado agrícola privado é instrumento de dependência.

Princípio 05

Escala Humana como Critério de Design

Tecnologias desenvolvidas para fazendas de 10.000 hectares não servem — por design — para agricultores de 10 hectares. O Desenvolvimento Rural Inteligente exige tecnologias concebidas na escala humana da agricultura familiar e camponesa, não adaptações de cima para baixo.

Princípio 06

Circuito Econômico Local como Objetivo

Tecnologia que fortalece cadeias longas e globais sem fortalecer o mercado local não serve ao Desenvolvimento Rural Inteligente. O objetivo é encurtar cadeias, fortalecer mercados territoriais e criar circuitos onde o valor gerado fica no território que o produziu.

Princípio 07

Praxis Dialógica em Pesquisa e Extensão

A pesquisa sobre tecnologias para agroecologia deve ser feita com os agricultores, não sobre eles. Extensão rural dialógica substitui a transferência unilateral de tecnologia por um processo de co-construção do conhecimento enraizado no lugar.

Princípio 08

Biodiversidade como Indicador de Inteligência

Um sistema agrícola inteligente aumenta a biodiversidade ao longo do tempo — de espécies, de práticas, de saberes, de sujeitos. Sistema que reduz biodiversidade pode ser eficiente; não é inteligente. Biodiversidade é proxy de resiliência sistêmica.

Seção 06

Arcabouço para Políticas Públicas

As proposições a seguir constituem um arcabouço técnico-operacional para disputar a agenda de inovação agrícola no campo das políticas públicas. Cada proposição é acompanhada de sua justificativa estrutural, de medidas concretas e dos argumentos para enfrentar a oposição do modelo dominante.

Lei de Soberania sobre Dados Agrícolas

Os dados gerados por agricultores em plataformas de gestão, sensores e máquinas são atualmente propriedade das empresas que fornecem as plataformas. Isso cria dependência estrutural e concentra poder de mercado em poucas corporações transnacionais.

- Estabelecer que dados gerados no processo produtivo agrícola pertencem ao produtor rural, não à plataforma coletora.
- Exigir portabilidade de dados entre plataformas — o agricultor pode mudar de fornecedor sem perder seu histórico de dados.
- Proibir uso de dados individuais de produtores para fins de especulação financeira ou venda a terceiros sem consentimento explícito.
- Criar incentivos fiscais para plataformas de dados agrícolas de código aberto governadas por cooperativas de agricultores.

Fundo Nacional de Tecnologia Social Agroecológica

O crédito rural para agricultura familiar é 14% do total. O investimento em P&D de tecnologias para agroecologia é proporcionalmente ainda menor. Um fundo específico rompe essa assimetria e cria condições para um ecossistema nacional de inovação agroecológica.

- Destinar percentual mínimo de 30% dos recursos de CT&I agrícola para pesquisa em tecnologias para agricultura familiar e agroecologia.
- Financiar projetos co-desenvolvidos entre universidades, movimentos sociais rurais e agricultores — excluindo projetos top-down.
- Criar linha específica para tecnologias de baixo custo e código aberto replicáveis por cooperativas e associações.
- Integrar ao fundo mecanismos de quadratic funding para projetos locais — amplificando contribuições de muitos pequenos apoiadores.

Certificação de Impacto Territorial para Serviços Ecossistêmicos

Agricultores agroecológicos e agrofloresteiros prestam serviços ecossistêmicos — conservação de biodiversidade, sequestro de carbono, proteção de mananciais — sem receber remuneração por isso. Mecanismos de certificação verificável criam mercados para esses serviços sem intermediários opacos.

- Criar marco regulatório para certificação de serviços ecossistêmicos baseada em registros verificáveis — incluindo tecnologias de registro distribuído (blockchain) quando adequadas.
- Estabelecer pagamento por serviços ambientais prioritário para agricultores familiares com práticas agroecológicas certificadas.

—

Proibir que certificações de "carbono" ou "biodiversidade" sejam usadas para compensar desmatamento ou uso de agrotóxicos em outras áreas da mesma empresa.

- Vincular acesso a crédito rural subsidiado à manutenção de práticas agroecológicas verificadas.

Programa Nacional de Extensão Rural Dialógica e Digital

A extensão rural tradicional opera em modelo de transferência de tecnologia — técnico leva para o campo uma solução desenvolvida em outro lugar. A extensão dialógica parte do saber local para co-construir soluções. A digitalização pode escalar esse modelo sem perder o diálogo.

- Reformular a ATER (Assistência Técnica e Extensão Rural) com base em metodologia dialógica — formação de extensionistas em facilitação, não apenas em agronomia.
- Criar plataformas digitais de mapeamento de saberes locais — registrando e cruzando conhecimentos tradicionais com dados científicos.
- Financiar formação de "campeões digitais" rurais — agricultores formados para usar e ensinar tecnologias apropriadas em suas comunidades.
- Exigir que projetos de conectividade rural (como Semear Digital) incluam formação em soberania digital — não apenas acesso à internet.

Marco Regulatório para "Inteligente" no Agro

Sem definição operacional, "agricultura inteligente" é rótulo que qualquer empresa pode usar. Assim como "orgânico" tem certificação obrigatória, "inteligente" precisa de critérios que incluam soberania, inclusão e impacto ecológico — impedindo que seja usado como greenwashing tecnológico.

- Definir em lei os critérios mínimos para uso de "inteligente" em produtos, serviços e políticas agrícolas — incluindo indicadores de autonomia do produtor, impacto na biodiversidade e governança dos dados.
- Criar selos de certificação para tecnologias agroecológicas desenvolvidas com os princípios do Desenvolvimento Rural Inteligente.
- Exigir avaliação de impacto distributivo para tecnologias agrícolas que recebam incentivos públicos — benefício para quem? Exclusão de quem?
- Incluir representantes de movimentos sociais rurais nos comitês de avaliação de tecnologias agrícolas do MAPA e da Embrapa.

Seção 07

Manifesto —Reapropriação como Ato Político

Este dossiê é, antes de tudo, um ato de reapropriação. Reapropriação da palavra "inteligente" — devolvida à complexidade sistêmica que sempre foi sua vocação. Reapropriação de "radical" — restituída à sua dignidade de quem vai à raiz. Reapropriação de "tecnologia" — ampliada para incluir as sementes, os mutirões, os saberes e os sistemas de crédito comunitário que sustentam a vida no campo sem aparecer em nenhum relatório de VC.

A disputa pelo futuro da agricultura é, em grande medida, uma disputa semântica. Quem define o que é "inteligente" define qual modelo recebe investimento público, quais pesquisas são financiadas, quais agricultores são incluídos e quais são relegados ao assistencialismo. Não é acidente que "smart farming" seja em inglês — é a língua do paradigma dominante, que naturaliza a escala industrial como universal.

O Desenvolvimento Rural Inteligente parte de uma afirmação simples e profunda: o camponês já é inteligente. Sua inteligência está acumulada em gerações de observação, adaptação e diálogo com ecossistemas que nenhum sensor ainda é capaz de ler em sua totalidade.

A tecnologia que precisamos não é a que substitui essa inteligência. É a que a amplifica, a conecta, a torna legível para políticas públicas e a remunera adequadamente pelos serviços que já presta à sociedade — serviços que o mercado chama de externalidades e que a agroecologia chama de função.

Ser radical nesse contexto — no sentido original, etimológico, preciso da palavra — é recusar a otimização de um modelo equivocando e exigir a construção de outro. É atuar na raiz. É reconhecer que a crise climática não será resolvida com mais eficiência do sistema que a criou.

O Desenvolvimento Rural Inteligente não é utopia. É a síntese do que já existe — nos SAFs do cerrado, nas feiras agroecológicas, nos circuitos de crédito comunitário, nos experimentos de blockchain com cacau baiano — e que precisa de arcabouço técnico, disputa política e narrativa capaz de ocupar o espaço que o Smart Farming ocupa hoje.

Este dossiê é esse arcabouço. Esta é a continuação do TCC. E é apenas o começo.