

MANUSCRITO DE TRABALHO · BASE EPISTEMOLÓGICA E METODOLÓGICA

Desenvolvimento Rural Inteligente

Fundamentos e arquitetura metodológica para uma abordagem territorial, agroecológica e sociotécnica

Desenvolvimento como direção · inteligência como capacidade · DSR como espinha dorsal de construção · IHMC como investigação histórica e causal · análise multi-aspectual como auditoria de redução

Versão 0.9 · 19 de setembro de 2026
Reengenharia metodológica: DSR como espinha dorsal; Catapan (2024) como antecedente próximo; pluralismo metodológico reflexivo; justificativa e limites explícitos de IHMC, Dooyeweerd, Regenerative Development, Holistic Management e 8 Forms of Capital; revisão da pergunta e das hipóteses.

Growecosystems · documento de trabalho

Esta versão deve ser tratada como artefato de pesquisa em evolução. O DRI é apresentado como programa de investigação em construção: conceitos, métodos auxiliares e artefatos possuem graus distintos de maturidade e permanecem sujeitos a revisão, substituição ou abandono diante de evidência melhor.

Histórico recente de versões

Versão	Data	Mudança principal
0.3	23 ago. 2026	Incorporação da antropofagia digital como heurística de apropriação sociotécnica e protocolo de auditoria.
0.4	24 ago. 2026	Incorporação da agricultura sintrópica e do critério de vida consolidada como direção ecológica.
0.5	1 set. 2026	Aprofundamento metodológico e inclusão de evidência empírica nacional sobre coordenação de políticas e adoção orgânica/agroecológica.
0.6	4 set. 2026	Proposição de Soberania Funcional Territorial; conexão com soberania alimentar; hipótese profissional e curricular do agroecólogo; atualização metodológica e da agenda de validação.
0.7	14 set. 2026	Capacidade coordenativa e commons de coordenação; testes de apropriação, realização, herança e continuidade; ciclos DSR de Regen Rio/GPBR Commons; princípio de desprendimento; casos Chiangmai e Bad Aibling.
0.8	19 set. 2026	Aplicação da IHMC ao DRI: historicização da modernização agrícola e da digitalização; mapa de materialidade, propriedade, trabalho e poder; ledger de evidências; process tracing; hipóteses rivais e condições de refutação; teste transversal de materialidade e poder; salvaguardas contra reificação do território e captura profissional.
0.9	19 set. 2026	Reengenharia metodológica: explicitação da genealogia metodológica, DSR como espinha dorsal, pluralismo reflexivo, estatuto provisório dos construtos, justificativa das lentes e formulação de pergunta/hipóteses testáveis.

Resumo

Este manuscrito apresenta o Desenvolvimento Rural Inteligente (DRI) como um programa de pesquisa aplicada em construção, voltado a compreender e testar como capacidades ecológicas, humanas, institucionais, cognitivas, produtivas e tecnológicas podem ser articuladas em territórios rurais. A versão 0.9 desloca o centro do texto de uma síntese conceitual para uma arquitetura metodológica explícita. Desenvolvimento e inteligência permanecem como distinção conceitual fundadora: desenvolvimento designa a direção normativa e disputada da transformação territorial; inteligência designa capacidades

situadas de perceber, interpretar, deliberar, coordenar, agir, aprender e corrigir trajetórias. A hipótese de pesquisa é formulada separadamente e passa a ser tratada como proposição empiricamente testável.

A espinha dorsal metodológica é a Design Science Research (DSR), escolhida porque o projeto produz artefatos e os submete a ciclos de demonstração, avaliação e redesign em contextos reais. Catapan (2024) constitui o antecedente metodológico e conceitual mais próximo identificado: sua tese de Desenvolvimento Rural Territorial Inteligente também utiliza DSR para construir um modelo conceitual, organiza fatores a partir de literatura e coprodução com atores e avalia viabilidade com especialistas e atores locais. O DRI aprende com essa arquitetura e amplia o problema de pesquisa para incluir historicidade, relações de poder, apropriação tecnológica, coordenação, soberania funcional e regeneração. Essa ampliação é apresentada como trajetória de investigação, e não como superação demonstrada do DRTI.

A pesquisa adota pluralismo metodológico reflexivo. Cada componente recebe uma função delimitada: a IHMC reconstrói genealogias, materialidade, propriedade, trabalho, instituições e mecanismos causais; cognição situada e distribuída sustenta a análise da inteligência territorial; a teoria dos aspectos modais de Dooyeweerd é usada como auditoria anti-reducionista; Regenerative Development & Design e Holistic Management orientam perguntas sobre potencial, direção e efeitos de longo prazo; os 8 Forms of Capital funcionam como heurística de distribuição de valor; e a DSR organiza a construção e avaliação dos artefatos. Essas abordagens preservam suas diferenças e tensões, em vez de serem fundidas em uma teoria única.

O estatuto epistemológico dos componentes é explicitado. Agroecologia, desenvolvimento territorial, ação coletiva e estudos sociotécnicos oferecem campos consolidados ou relativamente maduros; Soberania Funcional Territorial, commons de coordenação, responsabilidade residual e parte da arquitetura profissional do agroecólogo permanecem construídos do projeto em estágio exploratório. Regen Rio e GPBR Commons são tratados como casos de primeira parte capazes de gerar e tensionar hipóteses, com limites decorrentes da posição de pesquisador-participante. A agenda de validação combina crítica documental, casos contrastantes, process tracing, avaliação de conteúdo com sujeitos rurais e ciclos DSR longitudinais.

Palavras-chave: desenvolvimento rural; inteligência territorial; capacidade coordenativa; commons de coordenação; agroecologia; soberania funcional territorial; soberania alimentar; regeneração; tecnologia apropriada; justiça de dados; Design Science Research; formação profissional.

1. Introdução: antes da tecnologia, o sentido

A digitalização do meio rural reúne projetos com finalidades, estruturas de propriedade e consequências distintas. Sensores, automação, plataformas, inteligência artificial e sistemas de decisão podem ampliar capacidade produtiva, reduzir exposição a riscos, criar novas dependências ou redistribuir poder sobre dados e decisões. A questão de pesquisa, portanto, exige observar a configuração sociotécnica concreta em que cada tecnologia entra: quem define o problema, quem controla os meios, quem interpreta os dados, quem pode modificar o sistema e quais capacidades permanecem no território após a intervenção.

O termo desenvolvimento também envolve escolha. Políticas, empresas, movimentos sociais e comunidades podem atribuir prioridades diferentes a renda, autonomia, produtividade, conservação, permanência de jovens, segurança alimentar, reprodução cultural ou qualidade de vida. O DRI trata essa direção como objeto de deliberação e investigação. Seu foco é tornar explícitos os fins, os atores autorizados a defini-los, os conflitos entre objetivos e a distribuição de custos, benefícios e poder ao longo do processo.

Um exemplo simples torna o problema observável. Duas cooperativas podem instalar a mesma categoria de estação meteorológica. Na primeira, os dados permanecem exportáveis, técnicos locais aprendem a operar e reparar o sistema e a cooperativa consegue migrar de fornecedor. Na segunda, séries históricas ficam presas a uma plataforma, a interpretação depende de serviço externo e a troca de fornecedor implica perda de funcionalidade. O artefato tecnológico é semelhante; a trajetória de capacidade, dependência e soberania funcional é diferente. O DRI investiga essa diferença e seus mecanismos.

A trajetória desta pesquisa começou na comparação entre smart farming e desenvolvimento rural, avançou para apropriação tecnológica, justiça de dados, regeneração, coordenação e soberania funcional, e

incorporou posteriormente uma investigação histórico-material das estruturas que condicionam essas trajetórias. A v0.9 assume que essa arquitetura continua provisória. O objetivo metodológico é transformar uma coleção crescente de boas intuições em um programa de pesquisa no qual cada conceito possui função, tipo de evidência, possibilidade de refutação e critério de revisão.

2. Arquitetura metodológica e posição epistemológica

2.1 Estado da pesquisa: um programa em construção

Nesta fase, o DRI é tratado como programa de pesquisa aplicada em construção, composto por problemas, proposições, artefatos e protocolos de avaliação, com diferentes graus de maturidade. A metáfora de uma colcha de retalhos é útil porque descreve sua origem real: Agroecologia, desenvolvimento territorial, estudos sociotécnicos, cognição distribuída, Design Science Research, economia política, regeneração e filosofia modal chegaram ao projeto por trajetórias diferentes. A tarefa metodológica da v0.9 é costurar essas contribuições sem apagar suas diferenças.

Em termos formais, a pesquisa adota pluralismo metodológico reflexivo. Essa posição reconhece que problemas de sustentabilidade e desenvolvimento atravessam domínios naturais, sociais, técnicos e normativos e que uma única tradição tende a iluminar algumas relações enquanto obscurece outras (Popa, Guillermin & Dedeurwaerdere, 2012; Persson et al., 2018). O pluralismo adotado aqui é controlado por três regras: cada abordagem recebe uma pergunta específica; inferências permanecem limitadas ao que o método consegue sustentar; tensões entre abordagens são registradas como problemas de pesquisa, em vez de serem resolvidas por declaração.

POSTURA EPISTÊMICA — A v0.9 trabalha com uma arquitetura metodológica provisória. Métodos e lentes permanecem substituíveis. A permanência de cada componente dependerá de sua capacidade de produzir distinções empiricamente úteis, melhorar o desenho dos artefatos e sobreviver à crítica dos sujeitos e casos estudados.

2.2 Catapan (2024) como antecedente metodológico próximo

A tese de Elizabete Catapan, DRTI - Modelo de Desenvolvimento Rural Territorial Inteligente, é o antecedente metodológico e conceitual mais próximo identificado até aqui. Catapan formula uma pergunta orientada à construção — como identificar fatores-chave de sucesso para o DRTI — e caracteriza sua pesquisa como aplicada, exploratória, descritiva, interpretativa e qualitativa. A autora utiliza Design Science Research em seis etapas, define um modelo conceitual como artefato, organiza fatores por revisão de literatura, T.H.E. teams e diagrama de afinidades, e verifica a viabilidade do modelo por entrevistas semiestruturadas e análise com atores da quádrupla hélice (Catapan, 2024, pp. 97–120).

O modelo final de Catapan reúne sete categorias e 45 fatores e foi analisado por treze especialistas e nove atores locais. A própria tese distingue viabilidade de validação e registra a necessidade de desenvolver indicadores e realizar estudos posteriores. Essa distinção é metodologicamente importante para o DRI: produzir um artefato conceitualmente coerente, submetê-lo a especialistas e demonstrar sua utilidade inicial são etapas diferentes de demonstrar validade externa, impacto territorial ou mecanismo causal.

A presente pesquisa utiliza Catapan como referência de percurso, especialmente na decisão de assumir a DSR como espinha dorsal e de tratar o modelo como artefato revisável. O objeto, entretanto, foi se deslocando durante a investigação. Em vez de buscar fatores de sucesso de um território inteligente, o DRI pergunta como capacidades territoriais são formadas, distribuídas, coordenadas e transformadas, e sob quais condições tecnologias, conhecimento e capital ampliam capacidade de orientar trajetórias de desenvolvimento. Essa diferença define um programa complementar que ainda precisa ser comparado empiricamente com o DRTI fator a fator.

Dimensão	Catapan (2024) - DRTI	DRI v0.9 - programa atual
Pergunta	Fatores-chave de sucesso para DRTI	Condições e mecanismos de formação de capacidades territoriais
Espinha dorsal	Design Science Research	Design Science Research
Artefato principal	Modelo conceitual com 7 categorias e 45	Núcleo conceitual + DRI-Diag +

Dimensão	Catapan (2024) - DRTI	DRI v0.9 - programa atual
	fatores	protocolos/probes + hipóteses de design
Participação	Quádrupla hélice; especialistas e atores locais	Sujeitos rurais, organizações, poder público, especialistas e pesquisador-participante; composição ainda em validação
Avaliação atual	Viabilidade do modelo	Validade conceitual em construção; avaliação de artefatos e efeitos ainda parcial
Ênfases adicionais do DRI	-	Historicidade, propriedade/poder, apropriação tecnológica, coordenação, SFT, regeneração e permanência de capacidades

A tabela registra proximidade e diferença de escopo. Ela não estabelece hierarquia entre os modelos. O DRTI oferece uma referência concreta de como operacionalizar construção de modelo territorial por DSR; o DRI utiliza esse precedente para tornar mais explícitas as perguntas históricas, políticas e regenerativas que emergiram de sua própria trajetória de pesquisa.

2.3 Por que Design Science Research como espinha dorsal

A pergunta do DRI envolve simultaneamente conhecimento e intervenção. O projeto pretende compreender configurações territoriais e também construir artefatos que ajudem atores a diagnosticar, deliberar, coordenar e avaliar intervenções. A DSR foi escolhida porque organiza pesquisas cujo resultado inclui artefatos — modelos, métodos, protocolos, sistemas e constructos — desenvolvidos para problemas relevantes e avaliados em ciclos de uso (Hevner et al., 2004; Peffers et al., 2007; Dresch, Lacerda & Antunes Júnior, 2015). Esse desenho é coerente com Catapan (2024) e com aplicações recentes da DSR a transições sociotécnicas (Wiegmann, Talmar & de Nijs, 2023).

A DSR cumpre uma função delimitada: estrutura a passagem entre problema, requisitos de projeto, construção, demonstração, avaliação e comunicação. Finalidades, formação histórica das relações de poder e inferência causal são tratadas por camadas metodológicas complementares. A v0.9, portanto, trata DSR como arquitetura de pesquisa e não como teoria total do território.

Fase DSR adaptada ao DRI	Pergunta operacional	Produtos / evidências esperadas
1. Problema e contexto	Qual problema existe, para quem, em qual trajetória histórica e territorial?	Cronologia, mapa de atores, materialidade, evidências e controvérsias
2. Requisitos de projeto	Que capacidades o artefato precisa ampliar e quais riscos deve evitar?	Requisitos funcionais, sociais, ecológicos, jurídicos e de governança
3. Projeto e desenvolvimento	Que modelo, protocolo ou ferramenta pode responder aos requisitos?	DRI-Diag, protocolos, modelos de coordenação, artefatos territoriais
4. Demonstração / probe	O artefato consegue operar em contexto real?	Uso observado, registros de decisão, fricções, adaptações e falhas
5. Avaliação	Que mudanças ocorreram, para quem e por quais mecanismos?	Indicadores, entrevistas, documentos, process tracing, comparação com rivais
6. Comunicação e redesign	O que deve ser preservado, alterado ou abandonado?	Versão seguinte do artefato, limites, princípios de design e agenda de validação

2.4 Pesquisador-participante, pesquisa-ação e limites de atribuição

Parte dos artefatos do DRI nasce de experiências em que o pesquisador também participou da concepção, captação de recursos, operação ou documentação. Essa posição oferece acesso incomum a decisões, fricções e mudanças de desenho, ao mesmo tempo que introduz interesses, memória seletiva e assimetria de acesso às fontes. A pesquisa assume essa condição como dado metodológico.

A v0.9 adota princípios de reflexividade e aprendizagem por ação, mas evita classificar automaticamente todo o programa como Action Research. A literatura mostra tanto sinergias quanto diferenças paradigmáticas entre Action Research e DSR (Iivari & Venable, 2009; Bilandzic & Venable, 2011; Collatto et al., 2018). O rótulo será aplicado apenas aos ciclos futuros que cumprirem requisitos explícitos de participação dos sujeitos na definição do problema, ação, interpretação e revisão. Os casos anteriores permanecem designados como ciclos DSR de primeira parte com pesquisador-participante.

2.5 Unidade de análise e ontologia de trabalho

A unidade primária de análise é o arranjo sociotécnico-territorial: uma configuração historicamente situada de atores, ecossistemas, infraestruturas, instituições, tecnologias, fluxos materiais, relações de trabalho, conhecimento e regras. O território é tratado como campo relacional e multiescalar, com fronteiras definidas de acordo com a função investigada. Uma bacia, uma cadeia de abastecimento, uma cooperativa, um município e uma infraestrutura de dados podem formar recortes diferentes do mesmo problema.

Três unidades secundárias ajudam a operacionalizar a pesquisa: (i) o artefato/intervenção, que permite acompanhar uma mudança concreta; (ii) a função territorial — alimento, água, sementes, dados, crédito, energia, processamento, conhecimento — usada nas análises de soberania funcional; e (iii) posições de atores, que permitem observar distribuição de capacidade e poder dentro do território. A escala de análise é registrada em cada inferência para evitar atribuir ao território capacidades que pertencem apenas a um grupo ou instituição.

2.6 Epistemologia: conhecimento situado, distribuído e contestável

A pesquisa utiliza cognição situada e distribuída para formular inteligência territorial como propriedade de sistemas de pessoas, práticas, artefatos, memória e ambiente, e não como atributo exclusivo de indivíduos ou sistemas computacionais (Hutchins, 2001; Theiner, 2017). Essa escolha permite estudar como percepção, memória e decisão circulam entre agricultores, técnicos, instituições, documentos, sensores e infraestruturas.

O pluralismo de saberes é operacionalizado como problema empírico de produção, circulação, contestação e recombinação do conhecimento. Guivant (1997) oferece uma salvaguarda relevante: conhecimento local e científico formam combinações híbridas e ambos podem ser criticados, transformados e recombinações. No DRI, a pergunta operacional é quem consegue produzir, interpretar, contestar e transformar conhecimento em decisão, e como essas capacidades são distribuídas.

2.7 IHMC: por que historicizar materialidade, instituições e poder

A Investigação Histórico-Material Crítica (IHMC) é um protocolo específico deste projeto, construído a partir de práticas consolidadas de historicização, crítica documental, análise de propriedade e trabalho, formulação de hipóteses rivais e process tracing. O nome designa uma combinação operacional própria da pesquisa, cujos componentes precisam ser avaliados separadamente quanto a validade, transparência e utilidade.

Sua função é responder a perguntas que a DSR tende a deixar em segundo plano: como o problema foi historicamente produzido; quais relações de propriedade, trabalho, crédito, infraestrutura e conhecimento condicionam a intervenção; quais atores possuem veto ou capacidade de captura; e qual mecanismo conecta uma mudança institucional ou tecnológica a seus efeitos. O protocolo exige cronologia anterior à interpretação, proveniência das fontes, separação entre registro e inferência, casos negativos e condições explícitas de revisão. Para inferência causal, o projeto se aproxima da lógica de process tracing orientado a mecanismos (Beach & Pedersen, 2019).

A IHMC também funciona como correção de um risco recorrente em pesquisa de inovação: formular o problema a partir da solução disponível. Antes de perguntar qual tecnologia adotar, reconstrói-se como a configuração atual de terra, trabalho, mercados, políticas, conhecimento e infraestrutura produz o problema e distribui seus custos. A tecnologia entra depois, como uma intervenção possível dentro dessa trajetória.

2.8 Por que Dooyeweerd: auditoria anti-reducionista, com estatuto heurístico

A teoria dos aspectos modais de Herman Dooyeweerd entrou na pesquisa por uma necessidade específica: criar um procedimento sistemático para detectar reduções indevidas em avaliações sociotécnicas. Problemas rurais atravessam dimensões quantitativas, espaciais, físicas, bióticas,

sensitivas, analíticas, formativas, linguais, sociais, econômicas, estéticas, jurídicas, éticas e de compromisso. Uma intervenção pode funcionar economicamente e falhar juridicamente; pode ser tecnicamente eficiente e degradar relações sociais ou condições bióticas.

A escolha possui precedente em pesquisa aplicada. Wigboldus e Jochemsen (2021) utilizam a teoria dos aspectos modais para ampliar análises de transformações de sustentabilidade e ilustram sua aplicação a transições de sistemas alimentares. Estudos em sistemas de informação e design tecnológico também a utilizaram para avaliações multi-aspectuais (Jahanyan, Azar & Danaee Fard, 2012; Verkerk, 2014). Esse histórico justifica testar sua utilidade no DRI sem assumir que os 15 aspectos constituam uma taxonomia empiricamente definitiva do desenvolvimento rural.

No desenho atual, Dooyeweerd cumpre função de auditoria e geração de perguntas. Sua função permanece circunscrita à auditoria de redução e à geração de perguntas; causalidade, mensuração de sustentabilidade e controvérsias normativas requerem procedimentos próprios. Se estudos de campo mostrarem que a matriz produz categorias redundantes, omite dimensões relevantes ou acrescenta complexidade sem ganho analítico, ela deve ser modificada ou substituída. Sua tensão com a IHMC é deliberada: a IHMC força atenção a materialidade e poder; a análise modal testa se essa ênfase comprimiu dimensões irredutíveis do fenômeno.

2.9 Regeneração, Holistic Management e 8 Forms of Capital: funções e limites

Regenerative Development & Design é utilizado como lente de direção e desenho baseada em potencial do lugar, desenvolvimento de capacidade e coevolução entre sistemas humanos e vivos (Mang & Haggard, 2016). Sua contribuição ao DRI é principalmente normativa e projetual: perguntar que capacidade a intervenção deixa e se ela melhora as condições para ciclos futuros. O framework permanece sujeito a validação empírica no contexto rural brasileiro e não substitui análise causal ou ecológica específica.

Holistic Management é utilizado como disciplina de decisão para explicitar contexto, efeitos sistêmicos, horizonte temporal e trade-offs. Nesta pesquisa, o Holistic Management entra como disciplina procedimental de decisão; alegações ecológicas associadas a práticas específicas de manejo precisam de evidência independente. A função é procedimental: testar decisões contra consequências sociais, econômicas, ecológicas e culturais de longo prazo e revisá-las mediante feedback.

Os 8 Forms of Capital de Roland e Landua (2013) operam como heurística de contabilidade ampliada de valor. Eles ajudam a registrar conversões e perdas entre capital financeiro, social, vivo, intelectual, experiencial, cultural, material e espiritual/propósito. Os oito capitais são tratados como heurística aberta, cujo alcance e poder discriminante ainda precisam ser testados empiricamente. A ferramenta é mantida enquanto ajudar a revelar efeitos que métricas financeiras isoladas ocultariam; resultados empíricos poderão exigir outras classificações.

Componente	Pergunta principal	Papel no DRI	Limite de inferência
DSR	O que construir, testar e redesenhar?	Espinha dorsal dos ciclos de artefato	Não explica por si só história, poder ou direção normativa
IHMC	Como esta configuração surgiu e por quais mecanismos?	História, materialidade, poder, causalidade e crítica documental	Protocolo próprio ainda requer validação intersubjetiva
Cognição situada/distribuída	Onde estão percepção, memória e decisão?	Epistemologia operacional da inteligência territorial	Não define a direção desejável do desenvolvimento
Dooyeweerd / aspectos modais	Que dimensões foram comprimidas ou ignoradas?	Auditoria anti-reducionista	Heurística; não é escala de impacto nem teoria causal
Regenerative Development	Que potencial e capacidade futura a intervenção desenvolve?	Direção de design e aprendizagem	Base prática-normativa; exige avaliação empírica local
Holistic Management	Que trade-offs e consequências de longo prazo entram na decisão?	Disciplina de teste decisório	Não é usado como evidência automática de resultados ecológicos
8 Forms of Capital	Que formas de valor são criadas, convertidas ou degradadas?	Mapa heurístico de valor multicapital	Taxonomia não tratada como exaustiva ou validada

2.10 Tensões metodológicas assumidas

A combinação dessas lentes cria tensões reais. A pesquisa prefere explicitá-las e transformá-las em controles. A economia política e a IHMC podem atribuir peso excessivo a propriedade e conflito; Dooyeweerd recorda outras normatividades. Abordagens regenerativas podem enfatizar potencial e cooperação; a IHMC exige mapear antagonismos, captura e assimetrias. A DSR privilegia construção de

soluções; a crítica documental pergunta se o problema foi corretamente formulado e por quem. Os 8 capitais traduzem dimensões em formas de valor; os aspectos modais alertam que dimensões da realidade não são necessariamente intercambiáveis como capitais.

Tensão	Risco	Regra de controle na v0.9
DSR × crítica histórico-material	Solutionism / problema moldado pelo artefato	Genealogia e mapa de poder antecedem requisitos de design
Regeneração × conflito	Harmonia presumida	Registrar interesses divergentes, veto, distribuição de custos e casos de captura
IHMC × análise modal	Reduccionismo material/econômico	Auditoria multi-aspectual após a explicação causal
8 capitais × soberania de esfera	Tudo convertido em "capital"	Usar capitais como mapa heurístico; manter limites jurídicos, éticos, bióticos e outros como irreduzíveis
Participação × pesquisador-participante	Confundir proximidade com validade	Triangulação, proveniência, contraditório e separação entre testemunho e registro

2.11 Pergunta de pesquisa, proposição conceitual e hipóteses

Pergunta central: Como capacidades territoriais são formadas, distribuídas, coordenadas e transformadas ao longo do tempo, e sob quais condições a incorporação de tecnologia, conhecimento e capital amplia a capacidade dos atores rurais de orientar e sustentar suas próprias trajetórias de desenvolvimento?

Proposição conceitual fundadora: desenvolvimento e inteligência são dimensões analiticamente distintas. Desenvolvimento designa a direção normativa, historicamente situada e disputada da transformação territorial. Inteligência territorial designa a capacidade distribuída de perceber, interpretar, deliberar, coordenar, agir, aprender e corrigir trajetórias. Essa distinção organiza a investigação; sua utilidade será avaliada pela capacidade de produzir diferenças observáveis em casos reais.

Hipótese central (H1): a contribuição de uma intervenção para o desenvolvimento rural aumenta quando ela amplia capacidades territorialmente distribuídas de conhecer, decidir, coordenar, agir, aprender e reorganizar recursos e relações relevantes para a continuidade do território.

ID	Hipótese de trabalho	Evidência que poderá sustentá-la	Evidência que poderá enfraquecê-la
H1a - apropriação	Capacidades de compreender, adaptar, manter, recusar e substituir tecnologias aumentam a capacidade territorial acumulada.	Continuidade, modificação local, migração e manutenção após retirada de fornecedor.	Casos duráveis de capacidade com baixo controle local; apropriação alta sem efeitos de capacidade.
H1b - coordenação	Recursos geram maior capacidade de ação quando instituições convertem informação e recursos em compromissos executáveis.	Menor concentração de contexto, maior realização de compromissos, continuidade após saídas.	Resultados equivalentes em contextos com baixa capacidade coordenativa.
H1c - estrutura	Propriedade, trabalho, instituições e infraestrutura condicionam quem converte novos recursos em capacidade efetiva.	Diferenças sistemáticas de captura, veto, riscos e benefícios entre posições de atores.	Intervenções cujos efeitos independem dessas estruturas em casos comparáveis.
H1d - continuidade	Intervenções que deixam memória, competências, relações e infraestrutura operável ampliam capacidade no ciclo seguinte.	Capacidade persistente e menor dependência do interventor ao longo do tempo.	Desempenho persistente sem herança observável de capacidade.
H1e - SFT	Capacidade de reorganizar uma função diante de mudança externa indica soberania funcional.	Alternativas reais, substituição, contestação de regras e continuidade funcional.	Resiliência alta em funções com baixa capacidade de reorganização ou o inverso.

2.12 Ciclo integrado de investigação

A unidade operacional do programa é um ciclo integrado com seis movimentos: (1) delimitar a função, território e atores; (2) reconstruir a trajetória histórico-material e a evidência disponível; (3) formular requisitos de capacidade e riscos de redução; (4) cocriar ou selecionar um artefato/probe; (5) acompanhar efeitos, mecanismos e distribuição de capacidades; e (6) comparar resultados com hipóteses rivais, atualizar o artefato e revisar a teoria. Cada movimento produz registros que alimentam o ledger de evidências.

CRITÉRIO DSR — Um ciclo DRI é considerado informativo mesmo quando o artefato falha. Fricções, recusas, abandono, manutenção impossível, conflitos de governança e efeitos distributivos inesperados são resultados de pesquisa porque ajudam a revisar requisitos e mecanismos.

2.13 Evidência, rastreabilidade e graus de confiança

O corpus combina literatura revisada por pares, documentos oficiais, dados públicos, artefatos de projeto, relatórios de implementação, registros operacionais e testemunhos do pesquisador-participante. Esses materiais respondem a perguntas diferentes. Literatura e dados externos oferecem contraste e generalização potencial; documentos institucionais registram intenção e execução; memos reflexivos ajudam a gerar hipóteses; registros transacionais ou administrativos podem testar sequências específicas. Nenhuma categoria de fonte recebe autoridade automática.

Status no ledger	Significado	Exigência mínima
REGISTRO / FATO DOCUMENTADO	Evento ou dado diretamente sustentado por fonte identificável	Proveniência, data, escopo e autenticidade verificáveis
ALEGAÇÃO DE FONTE	Afirmção feita por participante, relatório ou instituição	Atribuição explícita e distinção entre testemunho e observação
INFERÊNCIA	Interpretação sustentada por evidência, mas não diretamente observada	Cadeia inferencial e alternativas plausíveis registradas
HIPÓTESE	Mecanismo ou relação a ser testada	Predições observáveis e condições de enfraquecimento
CONCLUSÃO CAUSAL QUALIFICADA	Mecanismo sustentado por sequência temporal e evidência convergente	Process tracing, rivais considerados e incerteza explícita
QUESTÃO ABERTA	Lacuna que impede conclusão	Plano de coleta ou decisão de manter incerteza

Confiança é registrada qualitativamente (exploratória, baixa, moderada ou alta) e vinculada a uma afirmação específica, nunca ao framework como um todo. Divergência entre fontes permanece visível. A meta é tornar possível rastrear por que uma proposição entrou no DRI, que evidência a sustenta e que observação faria a equipe revisá-la.

2.14 Uso de inteligência artificial e responsabilidade analítica

SciSpace e ferramentas de busca foram utilizadas para ampliar descoberta bibliográfica e localizar literatura candidata. Modelos de linguagem auxiliaram organização, comparação, extração inicial e edição. Decisões sobre inclusão, interpretação, força de evidência, formulação causal e versão final permanecem sob responsabilidade do pesquisador. Resultados gerados por IA não são tratados como fonte primária de evidência e devem ser rastreados às publicações ou documentos de origem.

2.15 Limitações atuais e critérios de revisão da própria metodologia

A arquitetura metodológica foi construída durante a própria investigação e, por isso, carrega dependência de trajetória. Vários componentes entraram porque resolveram problemas encontrados em versões anteriores; essa origem pragmática precisa ser distinguida de validação. A amostra de casos de primeira parte é pequena, o pesquisador ocupa posição interessada em parte do corpus, e construtos recentes ainda carecem de validade de conteúdo e discriminação em relação a conceitos existentes como capacidade institucional, autonomia, resiliência e governança.

A v0.9 estabelece quatro critérios para manter uma lente na arquitetura: produzir perguntas empiricamente distinguíveis; melhorar decisões de design ou avaliação; acrescentar informação que abordagens já presentes não capturam adequadamente; e demonstrar utilidade em casos externos à trajetória Grow/GreenPill. Componentes que falharem nesses critérios devem ser simplificados, fundidos ou retirados. Essa regra vale inclusive para Dooyeweerd, SFT, 8 Forms of Capital, IHMC e os conceitos criados pelo próprio DRI.

3. Genealogia histórico-material do problema

3.1 Antes do “smart”: modernização, crédito e infraestrutura

Esta genealogia começa pela modernização do século XX porque esse é o antecedente imediato do paradigma Smart Farming analisado pelo DRI; ela não confunde esse recorte com a origem da questão agrária brasileira. Regimes coloniais de apropriação da terra, escravidão, expropriação indígena e a institucionalização da compra como via de acesso a terras devolutas pela Lei nº 601/1850 formam uma duração histórica anterior que condiciona, sem determinar mecanicamente, as estruturas posteriores. A

v0.9 registra essa longa duração como antecedente que exige investigação própria, em vez de comprimi-la numa narrativa causal rápida (Brasil, 1850).

O DRI não começa com sensores, inteligência artificial ou conectividade. Seu problema histórico imediato é anterior: a longa construção de um regime de modernização agrícola no qual produtividade, crédito, pesquisa, extensão, mecanização e integração mercantil passaram a ser tratados como vetores centrais de desenvolvimento. No Brasil, o Estatuto da Terra de 1964 associou reforma agrária, política agrícola, justiça social e produtividade; a Lei nº 4.829/1965 institucionalizou o crédito rural com objetivos de investimento, custeio e introdução de “métodos racionais de produção”; e a Lei nº 5.851/1972 autorizou a criação da Embrapa como empresa pública de pesquisa e experimentação agropecuária (Brasil, 1964; Brasil, 1965; Brasil, 1972). Esses marcos não explicam sozinhos a modernização, mas mostram a construção estatal de infraestrutura financeira, científica e administrativa para transformar a produção rural.

A literatura histórica e de economia política qualifica esse processo. Viana Júnior (2020; 2021) documenta conexões entre modernização, irrigação, contratos com firmas nacionais e estrangeiras e endividamento durante a ditadura, enquanto Caporal e Petersen (2011) argumentam que a lógica produtivista consolidada desde os anos 1960 permaneceu influente nas políticas rurais posteriores. Patel (2013), em escala internacional, propõe pensar a “Longa Revolução Verde” como continuidade histórica de formas de acumulação, governança e produção de verdades sobre mudança agrícola. O ponto metodológico não é deduzir toda a agricultura brasileira de um único projeto, mas reconstruir como diferentes instituições tornaram certas trajetórias mais financiáveis, pesquisáveis e administrativamente legíveis que outras.

Essa historicização impede um erro frequente: apresentar a digitalização contemporânea como ruptura absoluta. Muitas promessas atuais — precisão, racionalização, previsão, redução de desperdício, integração de cadeias — reutilizam finalidades antigas em uma nova base informacional. A questão crítica é identificar onde existe descontinuidade real e onde dados, plataformas e automação aprofundam mecanismos anteriores de dependência.

Período / marco	Mudança institucional ou material	Pergunta IHMC
1850	Lei de Terras: compra passa a estruturar o acesso às terras devolutas no novo regime fundiário.	Como a formação histórica da propriedade delimita quem pode acessar e reproduzir meios de vida?
1964	Estatuto da Terra: reforma agrária e política agrícola articuladas a justiça social e produtividade.	Como propriedade e produtividade passam a ser reguladas conjuntamente?
1965	Institucionalização do crédito rural.	Quem acessa crédito, para quais técnicas e com quais garantias/dependências?
1972–1973	Criação e instalação da Embrapa.	Como pesquisa pública orienta trajetórias tecnológicas e territórios?
1996	Criação do PRONAF e reconhecimento político da agricultura familiar.	O apoio altera a estrutura ou moderniza a agricultura familiar dentro da mesma dependência de insumos?
2010	Lei da PNATER institucionaliza ATER para agricultura familiar e reforma agrária.	A extensão opera por difusão ou construção compartilhada de conhecimento?
2012	PNAPO reconhece a transição agroecológica como política nacional.	Que coalizões e práticas conseguem deslocar o paradigma produtivista?
2017	Censo Agropecuário registra concentração de área e centralidade laboral da agricultura familiar.	Como terra, trabalho e capacidade produtiva permanecem distribuídos?
2020s	Plataformas, IA, sensores e dados ampliam a digitalização rural.	A camada digital redistribui poder ou cria novas rendas, dependências e assimetrias?
2024–2027	Novo Planapo incorpora segurança e soberania alimentar, clima e sociobiodiversidade.	A política consegue articular transição ecológica com capacidade territorial efetiva?

3.2 Materialidade: terra, trabalho, insumos, energia, crédito e dados

Uma leitura material do rural brasileiro precisa começar pela distribuição desigual dos meios de reprodução. O Censo Agropecuário 2017 registrou aproximadamente 5,07 milhões de estabelecimentos; os estabelecimentos com 1.000 hectares ou mais respondiam por 47,5% da área total, enquanto a agricultura familiar correspondia a 76,8% dos estabelecimentos, ocupava 23,0% da área e concentrava 66,3% das pessoas ocupadas em atividades agropecuárias (IBGE, 2018; IBGE, 2023). Esses números não descrevem toda a estrutura agrária, mas tornam impossível tratar “o território rural” como unidade homogênea de interesses e capacidades.

A materialidade relevante ao DRI inclui terra e água, mas também sementes, fertilidade, máquinas, energia, conectividade, processamento, armazenamento, logística, crédito, software, dados e capacidade de manutenção. O controle de uma função pode ser externo sem que a dependência seja necessariamente problemática; torna-se estruturalmente relevante quando o território não consegue compreender condições, negociar termos, substituir fornecedor, reparar infraestrutura ou reorganizar a função diante de falha ou conflito.

Isso aproxima a IHMC da Soberania Funcional Territorial, mas também a corrige. SFT não pode ser calculada apenas no agregado. É necessário saber quem, dentro do território, detém ativos, dívida, chaves digitais, licenças, conhecimento especializado, tempo disponível e poder contratual. A capacidade de uma cooperativa, empresa ou prefeitura não deve ser automaticamente atribuída a agricultores, trabalhadores ou comunidades que vivem no mesmo espaço.

Base material	Pergunta de propriedade/poder	Risco de falsa “inteligência”
Terra e água	Quem possui, usa, regula e pode excluir?	Otimização produtiva sobre estrutura fundiária intocada.
Sementes e insumos	Quem controla reprodução, compra recorrente e propriedade intelectual?	Eficiência com dependência biotécnica crescente.
Máquinas e energia	Quem financia, repara e fornece peças/energia?	Automação sem capacidade de manutenção.
Crédito e seguro	Quem define elegibilidade, garantias e destino financiável?	Acesso financeiro que disciplina escolhas técnicas.
Dados e software	Quem coleta, interpreta, combina, vende, exporta ou revoga acesso?	Dataficação sem soberania informacional.
Processamento e logística	Quem controla gargalos pós-porteira?	Alta produção sem retenção territorial de valor.
Trabalho e conhecimento	Quem realiza trabalho visível e invisível; quem decide o que conta como expertise?	“Smartness” que desloca custos para operadores e agricultores.

3.3 Instituições, conhecimento e trabalho: quem define o problema?

A modernização agrícola não foi apenas introdução de máquinas e insumos; foi também reorganização das instituições que produzem problemas, evidências e recomendações. A extensão rural brasileira carrega uma história de difusionismo tecnológico, posteriormente contestada por abordagens participativas e agroecológicas. Cotrim (2017) descreve a emergência de um “novo profissionalismo” extensionista baseado em mediação, facilitação e tradução entre linguagens, enquanto Guivant (1997) alerta contra a inversão simplista que romantiza o conhecimento local: saberes rurais e científicos são híbridos, transformados na interação e atravessados por assimetrias.

Para a IHMC, essa disputa é material porque conhecimento organiza acesso a recursos. Uma classificação de solo, um escore de crédito, um padrão de rastreabilidade ou um modelo algorítmico pode decidir quem recebe financiamento, qual manejo é considerado legítimo e qual evidência será reconhecida. A pergunta “quem sabe?” deve ser acompanhada por “quem pode fazer esse saber produzir efeitos institucionais?”.

O trabalho também precisa permanecer visível. A digitalização pode reduzir determinadas tarefas e criar outras: coleta e limpeza de dados, configuração, vigilância de alertas, segurança digital, atualização de cadastros e manutenção. Se essas atividades forem tratadas como fricção individual em vez de trabalho necessário à infraestrutura, o sistema pode aparentar eficiência enquanto transfere custos para agricultores, extensionistas ou poucos coordenadores.

3.4 Hegemonia e linguagem: produtividade, “smartness” e inevitabilidade

A IHMC trata hegemonia como processo pelo qual determinadas interpretações se tornam senso comum institucional, não como prova automática de manipulação consciente. No desenvolvimento rural, produtividade, eficiência, escala, conectividade e adoção tecnológica frequentemente aparecem como proxies de melhora. O problema começa quando esses indicadores deixam de ser meios contingentes e passam a definir a própria direção do desenvolvimento.

O vocabulário “smart” pode reforçar esse deslocamento porque associa inteligência ao artefato ou à infraestrutura digital. A literatura crítica de digitalização rural mostra, entretanto, que plataformas podem ampliar assimetrias de mercado, extração de dados e rendas sem ampliar proporcionalmente a autonomia de agricultores (Verdonk, 2019; Reisman, Fairbairn & Kish, 2024; Sarku & Ayamga, 2025). A crítica não autoriza classificar toda plataforma como extrativa; exige demonstrar mecanismos concretos — lock-in, contratos assimétricos, efeito de rede, controle de dados, custos de migração ou captura de renda.

Assim, a linguagem é objeto empírico. Termos como “adoção”, “inclusão”, “usuário”, “beneficiário”, “eficiência” e “impacto” devem ser ligados a atores, recursos e efeitos observáveis. O DRI substitui a pergunta “a tecnologia foi adotada?” por um conjunto mais exigente: quem ganhou capacidade de perceber, decidir, agir, contestar, manter, sair e reorganizar?

3.5 Contratendências: agricultura familiar, Agroecologia e soberania

A partir dos anos 1990, a agricultura familiar ganhou reconhecimento político e institucional, materializado, entre outros marcos, na criação do PRONAF em 1996. Ao mesmo tempo, redes agroecológicas, movimentos sociais, organizações técnicas e setores acadêmicos construíram uma crítica prática à modernização baseada em dependência crescente de mercados de insumos. Caporal e Petersen (2011) descrevem essa institucionalização como disputa incompleta: políticas agroecológicas coexistem com estruturas produtivistas. Petersen e Silveira (2017), ao analisar o semiárido, contrastam trajetórias dependentes de mercados de fatores com intensificação baseada em recursos endógenos e trabalho, mostrando que políticas públicas podem reforçar uma ou outra lógica.

Agroecologia, portanto, não entra no DRI como selo moral nem como técnica automaticamente emancipatória. Ela é tratada simultaneamente como ciência, prática e projeto sociopolítico cuja promessa de autonomia precisa ser testada em relações concretas de terra, trabalho, gênero, mercado, instituições e ecologia. A soberania alimentar oferece um critério decisivo — capacidade de povos e coletividades participarem da definição dos sistemas alimentares — mas sua própria literatura alerta para ambiguidades sobre quem é o soberano e como diferentes escalas se articulam.

Esse ponto preserva uma hipótese rival necessária: estruturas locais podem reproduzir hierarquias, exclusões ou captura por elites. Localização não equivale a justiça, assim como descentralização técnica não equivale a distribuição de poder. O DRI só pode reivindicar orientação emancipatória quando seus procedimentos tornam essas relações auditáveis.

3.6 Digitalização rural: ruptura tecnológica ou nova camada de dependência?

A digitalização introduz capacidades reais: sensoriamento, previsão, automação, rastreabilidade, redução de assimetrias informacionais e novas formas de cooperação. A hipótese crítica, porém, é que ela pode sobrepor uma nova camada de rendas e governança a mercados agrícolas já concentrados. Verdonk (2019) relaciona agricultura digital, efeitos de rede e autonomia de agricultores; Reisman, Fairbairn e Kish (2024) teorizam o “capitalismo de plataforma agrário” em termos de rentismo digital, concentração e

expansão de plataformas; Sarku e Ayamga (2025) documentam em pequenos agricultores de Gana como dataficação e plataformas podem beneficiar operadores mais do que usuários rurais.

A continuidade histórica não deve ser presumida. Para demonstrá-la, estudos de caso precisam reconstruir cadeias específicas: qual dependência existia antes, que infraestrutura digital foi introduzida, quem passou a controlar uma função crítica, como contratos e custos mudaram e que alternativas permaneceram disponíveis. Também é possível encontrar o resultado oposto: tecnologias abertas, cooperativas ou infraestruturas públicas podem reduzir assimetrias e fortalecer capacidade local. A IHMC obriga o DRI a procurar esses casos negativos.

Por isso, “digital” não é variável causal suficiente. O mecanismo relevante pode ser propriedade da infraestrutura, regime de dados, financiamento, desenho institucional, capacidade de manutenção ou posição de mercado. A mesma classe de sensor ou software pode participar de trajetórias materialmente distintas.

3.7 Hipóteses rivais e condições de refutação

A v0.9 substitui a tendência de tratar conceitos do DRI como conclusões por um conjunto de hipóteses competidoras. O objetivo não é “provar” que modernização, digitalização ou plataformas são extrativas, nem que Agroecologia, localismo ou commons são emancipatórios. O objetivo é identificar em quais condições cada arranjo altera a distribuição de capacidades e dependências.

Cinco hipóteses orientam a etapa empírica. H1: políticas e infraestruturas de modernização aumentam produtividade, mas podem também reforçar dependência de mercados de fatores quando crédito, pesquisa e cadeias convergem para pacotes externos. H2: a digitalização tende a reproduzir ou ampliar assimetrias quando dados, padrões, interfaces e efeitos de rede ficam concentrados; sua rival prevê democratização por redução de custos e ampliação de informação. H3: capacidade coordenativa medeia a conversão de capital e conhecimento em capacidade durável; sua rival atribui os resultados sobretudo a recursos prévios ou liderança individual. H4: SFT prediz melhor resiliência decisória do que simples posse de ativos; sua rival sustenta que ativos e renda bastam. H5: uma função profissional integradora do agroecólogo agrega valor territorial; sua rival sustenta que essa integração é melhor realizada por equipes multiprofissionais sem identidade profissional específica.

Essas hipóteses devem ser abandonadas ou restringidas se estudos comparativos encontrarem sistematicamente o oposto. Por exemplo, H2 enfraquece se plataformas proprietárias demonstrarem alta portabilidade, contestabilidade, diversidade de fornecedores e aumento sustentado de autonomia em condições equivalentes; H3 enfraquece se capacidade coordenativa não explicar diferenças de continuidade entre casos; H4 enfraquece se o perfil SFT não tiver relação observável com capacidade de resposta a choques ou reorganização de funções; H5 enfraquece se atores territoriais não reconhecerem uma lacuna específica preenchida pelas competências propostas.

Tese / hipótese	Evidência que hoje a apoia	Rival / caso negativo	Confiança atual
Modernização pode produzir dependência estrutural	História do crédito, pesquisa, irrigação e literatura agroecológica crítica.	Acesso amplo e competitivo a insumos/tecnologia sem perda de autonomia.	Moderada; mecanismo varia por território.
Digitalização pode ampliar concentração e rentismo	Literatura sobre market power, plataforma, dados e surveillance.	Plataformas cooperativas/públicas/proprietárias com alta contestabilidade.	Moderada; não generalizar por tecnologia.
Capacidade coordenativa medeia transformação de recursos em capacidade	Literatura de ação coletiva + ciclos Regen Rio/GPBR Commons.	Casos em que recursos produzem continuidade sem arranjos coordenativos robustos.	Exploratória; requer validação externa.
SFT capta autonomia funcional melhor que ativos isolados	Soberania efetiva/funcional + soberania alimentar + dependências observadas.	Alta resiliência com baixo P/D/A/R ou baixa resiliência com alto P/D/A/R.	Exploratória.
Agroecólogo pode exercer função integradora específica	Currículos, ATER participativa e demanda por integração territorial.	Equipes existentes cobrem a função sem necessidade de identidade própria.	Hipótese profissional; baixa a moderada.

3.8 Process tracing: mecanismo causal proposto

O mecanismo causal que o DRI pretende testar pode ser expresso como cadeia, não como fórmula determinista: estrutura material e institucional → distribuição de direitos e recursos → capacidade de formular o problema → desenho sociotécnico → condições de acesso e apropriação → coordenação → ação e realização material → retenção ou fuga de valor/capacidade → aprendizagem e reorganização. Choques externos, ecologia, cultura, legislação, mercado e contingências podem interromper ou redirecionar qualquer passagem.

Nos estudos de caso, cada seta deve receber evidência própria. A presença de tecnologia e um resultado posterior não bastam para atribuir causalidade. É necessário mostrar sequência temporal, decisões, mecanismos, alternativas plausíveis e evidências contraditórias. Em experiências autorais, entrevistas com outros participantes e registros independentes são particularmente importantes para evitar que a memória do pesquisador se torne o próprio mecanismo explicativo.

Essa arquitetura também redefine o objetivo da DSR. O artefato não é avaliado apenas por funcionar tecnicamente, mas por como entra numa história concreta e altera relações de capacidade. Uma solução pode entregar seu output e falhar como desenvolvimento se aumentar dependência, deslocar trabalho invisível, concentrar poder interpretativo ou desaparecer sem deixar capacidade reutilizável.

4. Desenvolvimento: uma palavra normativa

4.1 Desenvolvimento como conceito normativo e disputado

Garcés Velástegui (2014) formula um ponto decisivo: desenvolvimento é um conceito normativo. Ele contém ideias de melhora, avanço e futuro desejável; por isso, não pode ser definido apenas por uma variável observada. Estados, organizações e financiadores transformam essa definição em política, e a definição passa a ordenar orçamento, conhecimento e intervenção. Perguntar “houve desenvolvimento?” exige responder primeiro “o que conta como melhora, para quem e segundo quem?”.

A tradição da modernização respondeu com uma narrativa linear. Sociedades seriam localizadas em estágios e conduzidas em direção a um padrão universal, associado à industrialização, urbanização, produtividade e integração mercantil. Mesmo versões posteriores que incorporam sustentabilidade, participação ou capital social podem conservar um núcleo produtivista quando o progresso permanece identificado a expansão material e integração competitiva.

4.2 Crescimento é meio contingente

A abordagem das capacidades desloca a atenção de bens e renda para as liberdades substantivas de ser e fazer o que se tem razão para valorizar. Clark (2012) sintetiza esse deslocamento ao tratar desenvolvimento como expansão de capacidades; crescimento econômico é um meio possível, não a definição do fim. Relações entre renda e capacidades podem ser bidirecionais, mas nenhuma delas autoriza usar crescimento como proxy universal de bem-estar.

Para o DRI, aumento de rendimento por hectare, volume transacionado numa plataforma ou produtividade total dos fatores pode coexistir com endividamento, perda de sementes, erosão de conhecimento, captura de dados ou concentração de renda. Um indicador produtivo pode compor a avaliação, mas não substituir uma teoria de mudança distributiva, institucional e ecológica.

4.3 Pós-desenvolvimento, decolonialidade e Buen Vivir

Críticas latino-americanas vão além de propor outro conjunto de indicadores. Elas questionam a pretensão de uma história única e a autoridade de instituições externas para nomear modos de vida como atrasados. Souza et al. (2021) distinguem etnodesenvolvimento — que pode continuar orientado à eficiência econômica — de Buen Vivir, que recoloca relações entre povos, natureza e dimensões não reduzíveis à racionalidade econômica. Coq-Huelva (2024) situa dependência, extrativismo e Buen Vivir numa mesma história intelectual regional.

Essa tradição impede que o DRI seja apenas uma versão inclusiva da modernização digital. O pluralismo não consiste em adaptar comunidades a uma solução mais gentil; consiste em reconhecer que finalidades,

temporalidades e critérios de suficiência podem ser territorialmente distintos. A pergunta deixa de ser “como acelerar a adoção?” e passa a ser “que futuros a comunidade considera dignos, quais limites não podem ser ultrapassados e que relações devem ser preservadas ou transformadas?”.

4.4 Definição de trabalho

DEFINIÇÃO DE TRABALHO — Desenvolvimento é um processo plural e democraticamente definido de expansão de capacidades individuais e coletivas, autonomia, justiça e condições de vida, dentro de limites ecológicos. Crescimento material ou produtividade podem ser meios contingentes; não constituem finalidade nem prova suficiente.

A definição contém salvaguardas. “Plural” rejeita a trajetória universal. “Democraticamente definido” identifica o problema de autoridade. “Capacidades” evita confundir meios com fins. “Coletivas” impede reduzir desenvolvimento à escolha individual. “Justiça” introduz distribuição e poder. “Limites ecológicos” impede que uma melhoria local seja comprada por degradação deslocada no espaço ou no tempo.

5. Inteligência: de desempenho a relação situada

5.1 Inteligência como capacidade situada

Na linguagem da inovação, inteligência tornou-se propriedade presumida de qualquer sistema que classifique dados, faça previsões ou execute decisões. Essa equivalência é inadequada. Um modelo pode prever com grande acurácia e ainda depender de dados enviesados, objetivo estreito ou infraestrutura excludente. Pode otimizar aplicação de herbicidas sem questionar a dependência de herbicidas. Pode adaptar-se a flutuações de mercado para intensificar extração. Desempenho em uma tarefa não contém, por si, deliberação sobre o sentido da tarefa.

5.2 Adaptação orientada a objetivos

Sternberg (2015) apresenta inteligência como capacidade de realizar comportamento adaptativo orientado a objetivos. Essa formulação desloca a palavra para uma relação entre agente, objetivo e ambiente, mas deixa aberta a questão normativa: quem escolhe o objetivo? A adaptação de uma corporação a restrições regulatórias e a adaptação de uma comunidade a uma seca podem ser ambas inteligentes em sentido funcional, embora tenham consequências sociais incompatíveis.

Definições funcionais de inteligência artificial, como a de Sritriratanarak e Garcia (2023), ajudam a separar desempenho observável do substrato biológico. Para o DRI, sua utilidade é lembrar que sistemas computacionais podem ser comparados por tarefas sem que isso autorize atribuir-lhes compreensão, responsabilidade ou autoridade política. O problema não é se a máquina “é realmente inteligente”; é como sua função entra numa ecologia de decisão e quem responde por seus efeitos.

5.3 Cognição situada e distribuída

Cognição situada significa que perceber, interpretar e decidir dependem da situação concreta em que a ação ocorre. No meio rural, reconhecer o momento de plantar, podar ou intervir num solo depende de sinais locais, memória prática, condições climáticas, estado do agroecossistema, disponibilidade de trabalho e finalidade do manejo. Retirar esse conhecimento de sua situação pode conservar informação e perder significado operacional.

Cognição distribuída descreve situações em que operações necessárias para conhecer e agir não estão concentradas num único indivíduo. Percepção, memória, cálculo, comparação, interpretação e coordenação podem estar distribuídos entre pessoas, grupos, registros, mapas, sensores, ferramentas, instituições e elementos do ambiente. Hutchins (2001) desloca a unidade de análise do indivíduo isolado para sistemas compostos por pessoas, artefatos, representações e ambiente. Theiner (2017) aprofunda a questão ao mostrar que grupos podem exibir propriedades cognitivas que emergem de tarefas complementares coordenadas.

Distribuição, entretanto, não é sinônimo de inteligência ou justiça. Redes podem produzir desinformação, silenciar minorias ou cristalizar hierarquias. Para falar em inteligência coletiva é necessário observar diversidade de sinais, memória, regras de validação, capacidade de contestação e aprendizagem a partir de consequências. Uma plataforma pode concentrar memória e cálculo, excluir saberes locais e reservar a decisão ao fornecedor. A questão política continua sendo quem define os fins, quem pode contestar a interpretação e quem conserva capacidade de agir quando um componente falha ou se retira.

5.4 Inteligência coletiva e territorial

A inteligência territorial traduz esse deslocamento para comunidades, instituições e lugares. A revisão de García-Madurga, Grilló-Méndez e Esteban-Navarro (2020) mostra um campo heterogêneo, mas convergente na articulação entre conhecimento, ação coletiva e desenvolvimento sustentável. O modelo de Guzmán Peña (2013) enfatiza apropriação do conhecimento e capacidade adaptativa e prospectiva. Nessa chave, um território não é inteligente porque contém sensores; torna-se capaz de perceber e agir porque constrói relações entre observação, memória, interpretação, decisão, coordenação e revisão.

A formulação é compatível com Agroecologia porque a unidade cognitiva inclui o ambiente. Solo, plantas, água, sinais climáticos, organismos e paisagem não são apenas objetos passivos de mensuração; participam dos ciclos de feedback que orientam manejo e aprendizagem. O sensor pode ampliar a percepção, mas não substitui a prática de interpretação situada. A inteligência está na relação entre leitura ecológica, saber acumulado, instituições e capacidade de ajustar ações.

5.5 Definição de trabalho

DEFINIÇÃO DE TRABALHO — Inteligência é a capacidade situada e relacional de perceber mudanças relevantes, preservar e combinar memória e saberes, interpretar sinais, deliberar sobre fins, coordenar ação, aprender com as consequências e corrigir o rumo.

A definição inclui nove operações: percepção, memória, combinação de saberes, interpretação, deliberação, coordenação, ação, aprendizagem e correção. Elas podem ser distribuídas entre pessoas, organizações, ferramentas e ecossistemas. Para o DRI, duas condições políticas são adicionais: a comunidade precisa poder contestar a representação do território e precisa preservar capacidade de agir ou sair sem submissão estrutural a um fornecedor.

6. A conjunção: o que torna o desenvolvimento rural inteligente

A principal contribuição conceitual deste manuscrito está na assimetria entre os termos. Inteligência qualifica a capacidade e o processo; desenvolvimento qualifica a direção e a finalidade. Uma infraestrutura pode ser altamente adaptativa, aprender com dados e coordenar decisões em tempo real, mas servir à concentração fundiária, à intensificação química ou à financeirização da natureza. Ela pode ser inteligente em sentido funcional e incompatível com desenvolvimento no sentido aqui defendido.

O inverso também é possível. Um território pode formular finalidades justas e regenerativas sem dispor de memória organizada, dados acessíveis, coordenação institucional ou mecanismos de aprendizagem. Nesse caso, há direção normativa, mas baixa capacidade coletiva de realização. DRI nomeia a construção conjunta dessas duas dimensões, sem permitir que uma compense a ausência da outra.

DEFINIÇÃO PROPOSTA — Desenvolvimento Rural Inteligente é o processo territorial pelo qual comunidades rurais ampliam sua capacidade coletiva de perceber, interpretar, coordenar, decidir, agir, aprender e reorganizar funções essenciais, mobilizando conhecimentos, instituições, infraestruturas e tecnologias sob controle democrático, com distribuição justa de valor, possibilidade real de contestação e dentro de limites ecológicos.

O sujeito da definição é o território enquanto sistema de relações, mas “território” não apaga pessoas nem conflitos. Comunidades rurais aparecem como sujeitos políticos; instituições e tecnologias são meios. “Definir” protege a finalidade; “governar” protege poder e dados; “aprender” protege reflexividade; “transformar” impede que a ideia se reduza a diagnóstico; “controle democrático” limita captura; “distribuição justa” torna explícito o fluxo de valor; “limites ecológicos” estabelece condição não compensatória.

6.1 Antropofagia digital: da deglutição cultural à autonomia tecnológica

A expressão antropofagia digital retoma, por analogia, a antropofagia cultural formulada por Oswald de Andrade no Manifesto Antropófago, publicado em 1928. No modernismo brasileiro, antropofagia não significava copiar a cultura europeia nem rejeitá-la em nome de uma identidade pura. A imagem da deglutição propunha absorver influências externas de maneira seletiva, crítica e criadora, transformando-as a partir das condições e referências brasileiras (Andrade, 1928).

O Dossiê Antropofagia Digital transporta essa metáfora para infraestruturas digitais. Tecnologias chegam acompanhadas por modelos de propriedade, padrões de dados, regras de participação, formas de remuneração e dependências técnicas. Mesmo quando um software é apresentado como neutro ou descentralizado, sua arquitetura pode concentrar decisão, extrair dados e valor e tornar comunidades dependentes de operadores que elas não controlam (Tomaz, 2026).

Para o DRI, antropofagia digital designa a capacidade de uma comunidade receber uma tecnologia sem aceitar integralmente o sistema sociotécnico que a acompanha. O processo envolve identificar componentes que respondem a necessidades reais; recusar funções e incentivos incompatíveis; adaptar linguagem, categorias e regras; combinar o recurso externo com conhecimentos e práticas locais; e construir capacidade para manter, modificar ou substituir a solução. Apropriação exige poder efetivo para compreender a arquitetura, contestar categorias, alterar regras, governar dados e fluxos de valor, assumir manutenção e abandonar o sistema sem perder capacidades essenciais.

A metáfora não funciona como certificado de justiça. Norte e Sul não são blocos homogêneos; código produzido no Brasil pode ser extrativo, e uma ferramenta criada no exterior pode ser reconfigurada de modo emancipatório. Descentralização técnica não garante democratização, código aberto não assegura capacidade local de manutenção e blockchain não é condição necessária para autonomia. O teste permanece material e institucional: quem define os fins, quem decide mudanças, quem mantém a infraestrutura, quem pode sair, onde o valor permanece, quem assume riscos e como vidas humanas e mais-que-humanas são afetadas.

6.2 Da fábrica de dados à infraestrutura comum

A arquitetura de plataforma pode converter atenção, dados, trabalho relacional e conhecimento em ativos controlados externamente. Para o DRI, a resposta não é apenas proteger privacidade individual; é construir capacidade coletiva para possuir ou governar a infraestrutura que organiza memória, reputação, circulação e decisão. Essa passagem da fábrica privada à infraestrutura comum não exige que toda tecnologia seja estatal, comunitária ou baseada em blockchain. Exige direitos executáveis, regras transparentes, possibilidade de migração, prestação de contas, distribuição justa e capacidade territorial de contestar.

Uma cooperativa pode usar um serviço externo sem perder autonomia; uma plataforma autodenominada descentralizada pode reproduzir rentismo e caixa-preta. A forma jurídica ou técnica informa a análise, mas não decide o veredito. O critério é a distribuição real de autoridade e a continuidade das capacidades territoriais.

6.3 Sintropia e a herança de vida consolidada

Rebello e Sakamoto (2021) e Andrade e Pasini (2014) registram formulações atribuídas a Ernst Götsch segundo as quais o resultado do manejo deve aparecer no aumento da quantidade e da qualidade de vida consolidada. O manuscrito preserva essa contribuição como orientação ecológica, sem transformá-la em lei termodinâmica ou generalizar automaticamente resultados de agroflorestas para todo sistema denominado sintrópico.

Quantidade de vida não significa simplesmente contar organismos ou maximizar biomassa. Refere-se à ampliação de condições materiais que sustentam atividade biológica: cobertura viva, matéria orgânica, água retida, energia capturada, abundância e diversidade. Qualidade de vida consolidada indica organização, vigor, complementaridade entre estratos e funções, capacidade de renovação e condições para que outras formas de vida se estabeleçam. “Consolidada” é a vida que cria condições para a vida seguinte.

A conexão com o DRI ocorre em dois planos relacionados. No plano ecológico, a inteligência territorial lê o estado do sistema, reconhece sucessões, limites e oportunidades e ajusta a intervenção para ampliar autorrenovação. No plano socioterritorial, o DRI pergunta o que permanece quando projeto, financiamento ou fornecedor se retiram: conhecimentos, instituições, infraestrutura reparável, direitos, vínculos, capacidade de decisão e valor retido. A noção de vida consolidada não é transplantada literalmente para a sociedade; inspira um teste de herança material e institucional.

COROLÁRIO SINTRÓPICO DO DRI — Uma intervenção contribui para o desenvolvimento rural inteligente quando amplia a capacidade do território de sustentar vidas humanas e mais-que-humanas, produzir novas possibilidades de vida e conservar poder coletivo para perceber, decidir, aprender e corrigir o rumo.

A sintropia tampouco substitui política. Um sistema pode aumentar matéria orgânica e diversidade vegetal enquanto preserva concentração fundiária, trabalho injusto ou apropriação externa de valor. O DRI amplia a pergunta ecológica ao exigir que vida consolidada seja examinada junto com autonomia, justiça, distribuição, governança e direito de recusa.

6.4 Capacidade coordenativa: da inteligência à ação coletiva

A definição de inteligência territorial do DRI inclui coordenação, mas os experimentos e a literatura indicam que coordenação merece tratamento analítico próprio. Um território pode perceber problemas, combinar saberes e formular finalidades sem conseguir converter esse conhecimento em ação conjunta. A literatura sobre capacidade institucional e governança colaborativa descreve recursos de conhecimento, relações, confiança, liderança e mobilização como condições para ação coletiva; estudos recentes sobre capacidades territoriais para transições agroecológicas destacam agência, governança territorial e coconstrução de conhecimento. O DRI denomina capacidade coordenativa territorial a habilidade de transformar inteligência distribuída em compromissos legítimos, ações realizáveis e aprendizagem acumulativa.

PROPOSIÇÃO CONCEITUAL — CAPACIDADE COORDENATIVA TERRITORIAL — Capacidade de um conjunto territorial de transformar sinais, conhecimentos e recursos distribuídos em decisões legítimas, compromissos executáveis, ação conjunta, realização material e memória institucional que aumente a capacidade do ciclo seguinte.

6.4.1 Da inteligência à coordenação

Inteligência responde à capacidade de perceber, interpretar, deliberar e aprender; coordenação responde à passagem entre atores que conhecem partes diferentes da situação e precisam agir de maneira compatível. A distinção evita atribuir a um território “inteligente” uma capacidade que existe apenas em dashboards, especialistas ou diagnósticos. Sem papéis, direitos de decisão, linguagem comum, mecanismos de compromisso, memória e continuidade, informação pode aumentar sem produzir ação coletiva.

6.4.2 O ciclo de coordenação territorial

Os registros de Regen Rio e GPBR Commons mostraram que diferentes atos eram frequentemente comprimidos sob palavras genéricas como participação, governança ou transação. A v0.9 separa uma sequência mínima: necessidade → sinal → interpretação → deliberação → decisão → compromisso → ação → realização material → registro → memória → aprendizagem. Cada passagem possui critérios próprios de legitimidade e evidência. Uma transferência financeira não prova execução; um registro digital

não prova entrega; uma decisão não prova autorização para usos posteriores; e uma atividade concluída só se converte em desenvolvimento de capacidade quando deixa algo reutilizável no território.

Etapa	Pergunta de verificação	Falha típica
Sinal	A necessidade ou prioridade foi expressa por quem é afetado?	Ruído, invisibilidade ou captura da agenda.
Deliberação/decisão	Quem pôde interpretar, contestar e autorizar?	Voto sem contexto ou decisão informal sem mandato.
Compromisso	Responsável, escopo, prazo e limites estão claros?	Promessa vaga ou responsabilidade sem capacidade.
Ação/realização	O compromisso chegou à vida material?	Confundir transação, token ou relatório com entrega.
Memória/aprendizagem	O resultado e as razões ficaram legíveis para o próximo ciclo?	Recomeçar do zero e concentrar contexto em pessoas-chave.

6.4.3 Escala de recursos e capacidade coordenativa

Regen Rio oferece uma hipótese de desenho particularmente útil. O programa cresceu de uma intenção inicial mais limitada para uma arquitetura de aproximadamente US\$29 mil, 21 projetos e três camadas de financiamento, enquanto a maior parte dos participantes ainda necessitava de tradução, onboarding, suporte de carteira, segurança, documentação e acompanhamento. O relatório posterior reconhece queda de participação e descreve chamadas, grupos, guias e rituais como infraestrutura decisiva. O DRI formula, portanto, uma hipótese a testar: quando capital, tecnologia ou número de participantes crescem mais rapidamente do que a capacidade coordenativa, recursos adicionais podem aumentar a carga institucional e a dependência de integradores em vez de produzir desenvolvimento proporcional.

6.4.4 Capacidade é o que permanece

Uma intervenção pode produzir outputs sem desenvolver capacidade. Instalar um sensor é output; usá-lo em uma decisão é outcome; conseguir calibrá-lo, interpretar seus dados, substituí-lo e ensinar outra pessoa depois que o fornecedor ou projeto se retira é capacidade. O teste de herança do DRI pergunta: o que o território consegue fazer depois que o dinheiro, a ferramenta, o pesquisador ou o facilitador recuam? Solo mais fértil, sementes, infraestrutura mantível, uma relação comercial, uma prática de governança, memória documentada ou pessoas capazes de conduzir o próximo ciclo são formas distintas de herança.

6.5 Commons de Coordenação

PROPOSIÇÃO CONCEITUAL — COMMONS DE COORDENAÇÃO — Infraestrutura técnica, social, linguística e institucional compartilhada que permite a atores relativamente autônomos transformar necessidades e sinais em decisões, compromissos, ações, realizações materiais e memória coletiva sem exigir sua absorção por uma única organização central.

6.5.1 Protocolos, instituições e substrato compartilhado

Commons de coordenação não designa um produto digital específico. Pode envolver registros, padrões abertos, multisigs, assembleias, planilhas, contratos, facilitadores, regras de conflito, documentação e rituais. A função comum é preservar condições para cooperação reiterada. A experiência do GPBR Commons mostrou que ferramentas tecnicamente composáveis não produzem automaticamente uma instituição composável: excesso de interfaces e categorias gerou carga cognitiva e levou ao redesenho de fluxos, papéis e sequenciamento.

6.5.2 Da adoção à apropriação

A antropofagia digital pode ser operacionalizada como uma escada de capacidade: acesso < uso < adoção < apropriação < capacidade. Adoção significa incorporar um artefato à rotina; apropriação exige compreender suficientemente suas regras para adaptá-las, combiná-las, contestá-las, mantê-las ou recusá-las. Capacidade exige que essas competências deixem de depender do evento de onboarding ou

do operador original. Por isso, um território pode apresentar adoção tecnológica elevada e soberania funcional baixa.

6.5.3 O princípio de desprendimento

PRINCÍPIO DE DESPRENDIMENTO — Uma infraestrutura territorial inteligente deve poder continuar, ser modificada ou ser abandonada sem dependência permanente do criador, fornecedor, financiador ou facilitador original. Se a saída de um ator central destrói memória, acesso ou capacidade essencial, a intervenção ainda contém dependência estrutural.

6.5.4 Responsabilidade residual e continuidade

Distribuir permissões formais não significa distribuir capacidade institucional. Os memos e reconciliações do GPBR Commons mostram um padrão no qual tarefas e acessos estavam distribuídos, mas a obrigação de integrar contexto, responder a falhas, reconstruir decisões e garantir continuidade podia retornar às mesmas pessoas. A v0.9 denomina isso concentração de responsabilidade residual. Trata-se de uma hipótese de governança: sistemas podem aparentar descentralização enquanto memória, interpretação e responsabilidade de última instância continuam centralizadas.

O teste operacional é simples: se uma pessoa-chave desaparecer amanhã, quais funções deixam de operar, quais decisões se tornam incompreensíveis e quais relações precisam ser reconstruídas do zero? Dependência de pessoa-chave, concentração de contexto e concentração de responsabilidade residual tornam-se, portanto, variáveis de saúde institucional do DRI.

6.6 Soberania Funcional Territorial

6.6.1 Da soberania formal à capacidade efetiva

A literatura de soberania oferece uma distinção útil para o DRI: autoridade formal e capacidade efetiva não são a mesma coisa. Agnew (2005), ao discutir *effective sovereignty*, questiona a associação automática entre soberania, territorialidade e autoridade estatal exclusiva. Sua contribuição permite observar regimes de autoridade distribuídos entre escalas e atores, sem negar a centralidade jurídica do Estado. Florea e Huang (2025) avançam em outra direção ao propor *functional sovereignty* para territórios contestados: em vez de classificar soberania de forma binária, observam graus distintos de exercício sobre funções concretas como moeda, passaportes, serviços postais, placas veiculares e domínios de internet.

O uso de *functional sovereignty* por Florea e Huang é específico a Relações Internacionais e territórios de facto; não deve ser apresentado como conceito consolidado do desenvolvimento rural. Sua contribuição para o DRI é analógica e metodológica: uma pergunta abstrata sobre soberania pode ser decomposta em funções observáveis e em diferentes graus de capacidade prática.

6.6.2 A contribuição da soberania alimentar

A literatura de soberania alimentar fornece a ponte material e política para o rural. Edelman (2014) mostra que o conceito frequentemente deixa ambíguo quem é o soberano — Estado, região, localidade, “o povo” ou outro sujeito coletivo — e que essa indefinição dificulta pensar mecanismos regulatórios concretos. Roman-Alcalá (2016) distingue soberania efetivamente existente de soberania aspiracional e argumenta que a transformação depende da articulação de escalas locais, nacionais e supranacionais. Pimbert e Claeys (2024) e Ravishankar (2023) descrevem soberania alimentar como capacidade e direito de definir sistemas de produção, distribuição e consumo, enfatizando realocização, democracia, controle territorial, diversidade e Agroecologia.

Gliessman, Friedmann e Howard (2019) tornam explícita a dimensão política: se Agroecologia inclui governança social e territorial dos sistemas alimentares, ela não pode ser separada das relações de poder que sustentam ou bloqueiam transições. Assim, o DRI não cria a conexão entre Agroecologia, território e soberania; sua contribuição é tentar operacionalizá-la para um conjunto mais amplo de funções rurais sem reduzir soberania a autossuficiência.

6.6.3 Proposição do DRI

PROPOSIÇÃO CONCEITUAL — SOBERANIA FUNCIONAL TERRITORIAL — Capacidade efetivamente disponível em um território para conhecer, governar, desempenhar, adaptar e regenerar as funções essenciais à sua continuidade, ao mesmo tempo em que preserva capacidade real de escolha sobre suas interdependências com sistemas externos.

A definição é deliberadamente relacional. Um território soberano em sentido funcional pode depender de crédito nacional, universidades, cadeias logísticas, infraestrutura digital global ou comércio externo. A questão é se essas relações permanecem negociáveis, contestáveis, substituíveis e compatíveis com sua reprodução ecológica e social. Soberania, nesse sentido, não é independência: é capacidade de escolher, negociar e reorganizar interdependências.

A SFT é graduada, multidimensional, territorial, funcional e dinâmica. Graduada porque um território pode ter elevada capacidade numa função e baixa em outra. Multidimensional porque alimento, água, dados, sementes e crédito obedecem a mecanismos distintos. Territorial porque as capacidades estão enraizadas em relações e infraestruturas situadas. Funcional porque a análise pergunta o que o sistema consegue efetivamente fazer. Dinâmica porque capacidades podem ser construídas, erodidas, compartilhadas ou capturadas ao longo do tempo.

6.6.4 Operacionalização inicial: perceber, decidir, agir e reorganizar

Para cada função territorial i , a versão exploratória do DRI descreve a soberania funcional como uma combinação de quatro operações complementares:

MODELO OPERACIONAL EXPLORATÓRIO — $SFT_i = f(P_i, D_i, A_i, R_i)$, em que P = perceber/conhecer; D = decidir/governar; A = agir/operar; R = reorganizar/substituir/adaptar. A expressão não é uma fórmula de mensuração validada; é um esquema para orientar coleta de evidências e comparação entre funções.

Função territorial	Exemplos de capacidade a observar	Risco de falsa soberania
Alimento e produção	Produzir, decidir sistemas produtivos, diversificar, abastecer e ajustar manejo.	Alta produção com dependência crítica de insumos, crédito ou comprador único.
Sementes e recursos genéticos	Conservar, multiplicar, trocar, selecionar e substituir materiais.	Acesso físico sem direito ou competência para reprodução e escolha.
Solo e fertilidade	Diagnosticar, regenerar, manejar nutrientes e matéria orgânica localmente.	Produtividade sustentada por fluxo externo frágil de fertilizantes.
Água	Conhecer disponibilidade e qualidade, governar uso, conservar e responder a escassez.	Infraestrutura disponível com decisão concentrada ou degradação da bacia.
Energia	Conhecer demanda, diversificar fontes, operar e manter funções críticas.	Equipamento renovável sem capacidade local de manutenção ou armazenamento.
Dados e infraestrutura digital	Coletar, interpretar, portar, proteger, auditar e decidir usos.	Ser titular formal do dado sem acesso, interoperabilidade ou poder de migração.
Tecnologia, máquinas e reparo	Selecionar, adaptar, reparar, fabricar componentes e substituir fornecedores.	Propriedade do equipamento com lock-in de peças, firmware ou assistência.
Conhecimento e aprendizagem	Produzir memória, combinar saberes, formar pessoas, testar e corrigir práticas.	Treinamento pontual sem capacidade de interpretar ou redesenhar a solução.
Finanças e crédito	Mobilizar recursos, diversificar fontes, decidir alocação e gerir risco.	Fluxo de crédito elevado que subordina finalidade e excedente a agentes externos.
Processamento, armazenamento e logística	Agregar valor, conservar produtos e acessar rotas alternativas.	Produção abundante dependente de um único nó externo de processamento ou transporte.

Função territorial	Exemplos de capacidade a observar	Risco de falsa soberania
Mercados e comercialização	Diversificar compradores, formar preço, organizar circuitos e negociar contratos.	Acesso a mercado com plataforma ou comprador monopolizando informação e reputação.
Instituições e governança	Formular regras, deliberar, resolver conflitos, prestar contas e coordenar escalas.	Participação consultiva sem autoridade, recursos ou mecanismos de execução.
Biodiversidade e funções ecológicas	Conhecer, conservar e regenerar relações ecológicas que sustentam produção e vida.	Controle administrativo do território acompanhado de erosão de sua base viva.

6.6.5 Soberania, autonomia e poder

Autonomia e SFT são relacionadas, mas não equivalentes. Autonomia enfatiza poder de decisão de um ator ou coletividade; SFT pergunta sobre quais funções essenciais existem capacidades materiais, cognitivas, institucionais e relacionais para exercer essa decisão. Um agricultor pode ser juridicamente livre para escolher e permanecer funcionalmente preso a uma sequência de sementes proprietárias, insumos, crédito, software, armazenamento e comprador único. A formalidade da escolha não elimina a estrutura da dependência.

Por isso, SFT não deve virar checklist técnica de ativos. Para cada função, a avaliação precisa perguntar: quem controla? quem decide? quem pode contestar? quem fica excluído? quem captura excedentes? quem pode alterar regras? quais custos recaem sobre outros grupos, espécies, lugares ou gerações? Essa salvaguarda impede que soberania seja confundida com mera capacidade de comando.

A matriz modal de Dooyeweerd reforça esse cuidado: capacidade econômica ou tecnológica não autoriza colonizar dimensões bióticas, sociais, jurídicas, éticas ou de compromisso. De modo complementar, as oito formas de capital de Roland e Landua (2013) ajudam a observar se uma função é sustentada pela conversão destrutiva de capital vivo, social, cultural ou de propósito em capital financeiro. Uma soberania funcional regenerativa exige continuidade do sistema inteiro, não apenas retenção monetária local.

O crivo histórico-material acrescenta uma salvaguarda: “território” não é sujeito unitário. A mesma função pode ser soberana para uma empresa âncora e dependente para agricultores contratados; pode aumentar receita municipal e reduzir poder de barganha do trabalho; pode fortalecer uma cooperativa e excluir não associados. Por isso, o perfil SFT deve ser desagregado por posições sociais e institucionais relevantes. A pergunta não é apenas “o território controla?”, mas “quais atores controlam qual função, por quais direitos e infraestruturas, e com quais consequências para os demais?”.

6.6.6 Da escala territorial à soberania nacional

A SFT permite formular uma hipótese de escala sem transformar território local em mini-Estado. Capacidades podem estar distribuídas entre famílias, cooperativas, municípios, bacias, redes regionais, universidades, empresas públicas e instituições nacionais. A questão é desenhar interdependências nas quais falhas ou mudanças externas não removam simultaneamente percepção, decisão e capacidade de ação do território.

HIPÓTESE DE ESCALA — A soberania nacional resiliente depende, entre outros fatores, da distribuição territorial das capacidades necessárias para sustentar, adaptar e regenerar funções essenciais. O DRI é proposto como estratégia de fortalecimento dessas capacidades distribuídas, e não como solução única ou suficiente para a soberania do país.

6.7 O agroecólogo no DRI: uma hipótese profissional

6.7.1 O objeto profissional

A formulação da SFT torna mais nítida uma pergunta que a Agroecologia brasileira enfrenta: qual é o objeto profissional específico do agroecólogo quando muitas de suas atividades se sobrepõem às de

agrônomos, biólogos, engenheiros florestais, veterinários, zootecnistas, economistas, extensionistas e outros especialistas? Uma resposta baseada apenas em lista de atribuições tende a produzir disputa corporativa e não explica a lógica epistemológica da formação.

A hipótese aqui proposta desloca a distinção para objeto, escala e modo de intervenção. O objeto do agroecólogo não é apenas uma cultura agrícola, uma técnica ecológica ou uma propriedade. É a transformação territorial de agroecossistemas e sistemas agroalimentares por meio de processos de transição agroecológica que combinam bases ecológicas, econômicas, sociais, culturais, tecnológicas e institucionais. O DRI fornece uma arquitetura contemporânea para organizar esse trabalho; não “possui” a profissão nem substitui a Agroecologia como campo científico e político.

HIPÓTESE PROFISSIONAL — O agroecólogo é o profissional especializado no desenvolvimento da inteligência territorial necessária à transição agroecológica e ao fortalecimento das soberanias funcionais dos sistemas rurais.

Essa definição não transforma o agroecólogo em especialista universal. Seu diferencial é capacidade de integração: ler relações entre solo, água, produção, cultura, dados, mercado, instituições, infraestrutura e poder; formular problemas com os atores; mobilizar especialistas quando necessário; coordenar processos de intervenção; acompanhar consequências; e deixar capacidade territorial instalada. O papel é integrador e desenvolvimental, não substitutivo.

A IHMC também impede tratar o agroecólogo como mediador neutro situado acima do território. Todo profissional atua a partir de uma instituição, contrato, mandato, repertório técnico e relação de financiamento. Sua competência precisa incluir reflexividade sobre quem o contratou, quem pode contestar sua atuação, quais grupos ficam fora do processo e como seu próprio trabalho redistribui autoridade epistemológica. A função integradora só é coerente com o DRI quando aumenta a capacidade dos sujeitos territoriais e reduz a dependência permanente em relação ao especialista.

6.7.2 Competências nucleares

Núcleo formativo	Competências a desenvolver
1. Sistemas vivos e agroecossistemas	Ecologia; solos; água; biodiversidade e agrobiodiversidade; fisiologia; paisagem; sucessão; sistemas agroflorestais; manejo vegetal e animal; leitura de processos ecológicos.
2. Sistemas agroalimentares	Produção, processamento, armazenamento, logística, abastecimento, nutrição, circuitos curtos e longos e relações entre campo e cidade.
3. Território e desenvolvimento	Geografia, questão agrária, história rural, planejamento territorial, ruralidades, desenvolvimento, conflitos de uso e escalas de governança.
4. Economia e multicapitais	Economia ecológica; cooperativismo; economia solidária; crédito rural; finanças territoriais; cadeias e retenção de valor; oito formas de capital; suficiência.
5. Governança e instituições	Políticas públicas; direito agrário e ambiental; commons; cooperativas; governança policêntrica; facilitação; consentimento; accountability; resolução de conflitos.
6. Extensão e construção do conhecimento	Educação popular; metodologias participativas; pesquisa-ação; diálogo de saberes; conhecimento tradicional; ciência cidadã; comunicação intercultural.
7. Inteligência territorial e dados	Estatística; SIG; sensoriamento remoto; bancos de dados; indicadores; monitoramento; modelagem; visualização; incerteza; governança e justiça de dados.
8. Tecnologia apropriada e soberania tecnológica	Mecanização apropriada; fabricação e reparo; eletrônica básica; sensores; IoT; automação; software aberto; IA; interoperabilidade; local-first; segurança e reversibilidade.

Núcleo formativo	Competências a desenvolver
9. Regeneração e avaliação	Design regenerativo; resiliência; indicadores socioecológicos; vida consolidada; avaliação multicapital; análise multi-aspectual; DRI-Diag; aprendizagem adaptativa.
10. Projeto territorial integrador	Diagnóstico situado; formulação coletiva de objetivos; desenho e implementação de intervenção; monitoramento; avaliação; devolutiva; documentação e transferência de capacidade.

O objetivo não é formar programador, economista, jurista ou engenheiro eletrônico em miniatura. O agroecólogo precisa compreender interfaces suficientes para integrar saberes, identificar dependências, formular perguntas corretas, reconhecer limites de competência e mobilizar especialistas sem entregar a eles o comando integral do problema territorial.

6.7.3 Arquitetura pedagógica por ciclos de capacidade

Uma formação coerente com essa hipótese pode ser organizada menos como sucessão de disciplinas autônomas e mais como desenvolvimento progressivo de capacidades em territórios reais. Os ciclos abaixo não pressupõem duração fixa de cinco anos; descrevem uma sequência pedagógica possível:

Ciclo	Pergunta formativa	Ênfase
1. Aprender a ler	O que existe aqui e como se relaciona?	Solo, ecologia, agricultura, história, paisagem, atores, práticas e linguagem do território.
2. Aprender a diagnosticar	Quais potenciais, dependências, conflitos e funções estão em jogo?	Agroecossistemas, fluxos, economia, instituições, dados, vulnerabilidades e SFT.
3. Aprender a intervir	Que mudança vale testar e com quem?	Manejo, extensão, organização, tecnologia, mercados, políticas e desenho participativo.
4. Aprender a integrar	Como coordenar especialidades e efeitos em múltiplas escalas?	Dados, governança, finanças, infraestrutura, regeneração, trade-offs e avaliação multi-aspectual.
5. Aprender a responder profissionalmente	O que permanece depois da intervenção?	Residência territorial, responsabilidade técnica compatível, avaliação longitudinal, devolutiva e capacidade instalada.

O trabalho final, nessa arquitetura, não seria apenas um texto. O estudante deveria demonstrar capacidade de ler um território, identificar potencial ou falha de coordenação, construir uma intervenção com atores reais, testar ou acompanhar a implementação, avaliar efeitos multi-aspectuais e registrar o que permanece em termos de conhecimento, instituições, infraestrutura, vida e poder de decisão. A DSR oferece linguagem metodológica adequada para esse tipo de formação, desde que a participação territorial não seja convertida em laboratório sem consentimento.

6.7.4 O DRI-Diag como rubrica de competência

O DRI-Diag pode funcionar não apenas como instrumento de avaliação de tecnologias, mas como rubrica de competência profissional. Diante de uma prefeitura que pretenda implantar uma plataforma digital em centenas de propriedades, por exemplo, um agroecólogo deveria conseguir identificar quem formulou o problema; que dados serão produzidos e controlados; quais funções dependem de conexão; quem fará manutenção; se existe lock-in; quais saberes locais entram; quem captura valor; como o trabalho muda; quais efeitos ecológicos são plausíveis; como o território aprende; e o que ocorre se o fornecedor se retirar.

A competência não é saber responder tudo sozinho. É conseguir manter o sistema inteiro visível, preservar questões que não podem ser reduzidas umas às outras e organizar um processo no qual especialistas, agricultores, instituições e evidências produzam decisão territorial responsável.

6.7.5 Salvaguarda metodológica e institucional

A proposta profissional e curricular desta seção é uma hipótese de Design Science Research. Antes de recomendar diretriz curricular nacional ou vincular a definição a qualquer reserva legal de atuação, é necessário comparar currículos existentes; entrevistar egressos e docentes; consultar agricultores, povos e comunidades tradicionais, serviços de ATER, gestores públicos, empregadores e organizações profissionais; mapear demandas reais de trabalho; e testar competências em estudos de caso. A situação regulatória da profissão deve ser verificada em pesquisa jurídica própria e atualizada.

A identidade profissional não precisa depender de exclusividade artificial de tarefas. Ela pode ser sustentada por um objeto próprio — transições agroecológicas em sistemas territoriais — e por uma competência de integração cuja ausência se torna visível em problemas que atravessam simultaneamente produção, ecologia, economia, tecnologia, cultura e governança.

6.7.6 Coordenação sem captura profissional

A competência distintiva proposta para o agroecólogo não é tornar-se coordenador permanente do território. É ajudar atores locais a construir linguagem, diagnóstico, regras, memória, capacidade técnica e relações suficientes para coordenar-se com autonomia crescente. O critério profissional é paradoxal: uma intervenção bem-sucedida tende a reduzir a dependência futura em relação ao próprio interventor. Facilitação, desenho institucional, documentação, sucessão de papéis, gestão de conflitos de interesse e desenho de saída tornam-se competências tão relevantes quanto integração técnica.

7. Smart farm e DRI: níveis distintos de análise

A oposição entre smart farm e DRI não deve ser construída como rejeição simples. Uma fazenda instrumentada pode compor um território inteligente se seus dados, manutenção, finalidade e benefícios estiverem subordinados a uma governança territorial. O problema surge quando a unidade produtiva é tratada como totalidade e seus indicadores são promovidos a indicadores de desenvolvimento.

Dimensão	Smart farm dominante	Desenvolvimento Rural Inteligente
Unidade	Propriedade, talhão, máquina ou cadeia.	Território: comunidades, ecossistemas, serviços, instituições e fluxos.
Finalidade	Eficiência, produtividade, previsibilidade e retorno.	Capacidades, autonomia, justiça, bem-estar, regeneração e resiliência.
Decisão	Proprietário, plataforma, consultoria ou algoritmo.	Governança plural com agricultores e instituições territoriais.
Conhecimento	Dado padronizado e modelo transferível.	Conhecimento científico, camponês, tradicional e ecológico em diálogo.
Dados	Ativo privado para otimização e mercado.	Direito e infraestrutura comum com consentimento, portabilidade e auditoria.
Tecnologia	Pacote integrado, proprietário e frequentemente conectado.	Meio apropriado: aberto quando possível, local-first, reparável e reversível.
Economia	ROI da unidade e integração em cadeias longas.	Retenção e circulação territorial de valor, diversidade e suficiência.
Ecologia	Eficiência de insumos e mitigação por unidade.	Vida consolidada: trajetória de solo, água, biodiversidade, paisagem e autorrenovação.
Soberania	Acesso e propriedade de ativos tratados como proxies de controle.	SFT por função: capacidade de perceber, decidir, agir e reorganizar interdependências.
Métrica	Acurácia, adoção, rendimento, custo e tempo.	Distribuição, autonomia, aprendizagem, continuidade, ecologia, poder e herança territorial após a intervenção.

A tabela revela que “inteligência” muda de lugar. No smart farming, ela tende a ser atribuída à máquina ou plataforma que prevê e prescreve. No DRI, ela é propriedade relacional da capacidade territorial. A inclusão da SFT torna essa mudança verificável: não basta perguntar se a tecnologia funciona; é preciso observar quais funções se tornam mais governáveis pelo território e quais novas dependências são criadas.

8. O campo adjacente: smart villages, territórios inteligentes e Catapan

8.1 A ambiguidade de smart village

Gerli, Navío-Marco e Whalley (2022), ao revisar 79 referências acadêmicas e cinzentas, mostram que não há definição estável de smart village e que parte importante da literatura dialoga pouco com ruralidade e desenvolvimento sustentável. Luo, Zhang e Furuya (2022) encontram viés tecnológico e negligência de sociedade, serviços e cultura. A convergência sustenta uma salvaguarda: conectividade e inovação são dimensões possíveis, não o núcleo definidor.

Szalai, Varró e Fabula (2021) acrescentam a escala política. No caso húngaro, obstáculos estruturais e relações entre escalas limitam iniciativas locais e favorecem inovação tecnológica em detrimento do desenvolvimento integrado. Isso é especialmente relevante para o DRI: um projeto comunitário pode estar inserido em regimes de financiamento, regulação e propriedade que condicionam suas escolhas. A escala local não é sinônimo automático de autonomia ou soberania funcional.

8.2 Território inteligente

A revisão sistemática de Madrigal-García et al. (2024) identifica fatores recorrentes em territórios inteligentes: inovação baseada em conhecimento, governança efetiva, participação, qualidade de vida e vantagens territoriais. Esses elementos ampliam a unidade de análise para além da fazenda. Ao mesmo tempo, o vocabulário de competitividade precisa ser tensionado: uma vantagem territorial pode aumentar capacidade coletiva ou especializar o território para atender cadeias externas. A SFT acrescenta um teste: essa especialização amplia opções futuras ou reduz a capacidade de reorganizar interdependências?

8.3 Catapan (2024) como antecedente metodológico e conceitual

Catapan (2024) é tratada nesta versão como antecedente próximo, e não apenas como literatura adjacente. Sua tese compartilha três decisões estruturais com este projeto: toma o desenvolvimento rural inteligente como objeto ainda em construção conceitual; utiliza Design Science Research para produzir um artefato; e combina literatura com conhecimento de especialistas e atores territoriais. A pesquisa é caracterizada como aplicada, exploratória, descritiva, interpretativa e qualitativa, e a DSR organiza seis etapas de identificação do problema à comunicação do artefato.

O DRTI resultante reúne sete categorias e 45 fatores e foi submetido à análise de treze especialistas e nove atores locais. Catapan distingue explicitamente viabilidade de validação e aponta indicadores e estudos adicionais como trabalho futuro. Para o DRI, essa cautela oferece uma referência importante: coerência conceitual, aceitação por especialistas, utilidade diagnóstica e impacto territorial são critérios diferentes e devem ser avaliados em etapas próprias.

A agenda comparativa passa a ser empírica. O DRI precisa mapear seus 14 domínios e testes transversais contra os 45 fatores do DRTI, identificar sobreposições reais e verificar se construtos recentes como apropriação, capacidade coordenativa e SFT acrescentam poder diagnóstico. Se a comparação mostrar redundância, a arquitetura deve ser simplificada; se revelar lacunas distintas, a contribuição poderá ser formulada com maior precisão.

8.4 Capacidade territorial em prática: Chiangmai e Bad Aibling

Dois casos alemães funcionam como contraste heurístico para a SFT e para a suficiência tecnológica. A Bürgerenergie Chiangmai eG, cooperativa cidadã fundada em 2017, informa em 2026 414 membros,

aproximadamente 0,8–0,9 MWp de capacidade elétrica (o próprio site institucional apresenta 820 e 900 kWp em páginas distintas), 47 kW térmicos, 3,59 milhões de kWh de geração solar acumulada e mais de €1 milhão investidos na transição energética regional. A relevância para o DRI não está apenas na energia renovável, mas na combinação entre capital cidadão, propriedade cooperativa, ativos produtivos, governança democrática, municípios e parceiros regionais. A cooperativa continua integrada ao sistema elétrico alemão; sua soberania é relacional, não autárquica.

Em Bad Aibling, o B&O Parkgelände e o programa Einfach Bauen da Technische Universität München representam outra configuração. Três casas experimentais de madeira maciça/híbrida, concreto leve e alvenaria altamente isolante foram construídas e monitoradas para testar estratégias de menor complexidade, menor dependência de sistemas prediais e melhor desempenho de ciclo de vida. Fases posteriores mediram, validaram e retroalimentaram novos projetos. O caso é relevante para DSR e suficiência tecnológica, mas não deve ser confundido com governança comunitária: o território experimental é fortemente estruturado por um desenvolvedor privado e por instituições de pesquisa.

Dimensão	Bürgerenergie Chiemgau	Bad Aibling / Einfach Bauen	Lição DRI
Função principal	Energia regional	Habitação, construção e pesquisa aplicada	Capacidade territorial pode assumir formas diferentes.
Governança	Cooperativa cidadã; participação societária	Empreendimento privado + universidade e parceiros	Capacidade técnica não equivale automaticamente a soberania.
Tecnologia	PV, calor e infraestrutura energética	Construção robusta, materiais e baixa complexidade técnica	Tecnologia deve ser julgada pela função e pela governabilidade.
Aprendizagem	Expansão de portfólio e cooperação regional	Construir → medir → validar → retroalimentar	Território pode funcionar como laboratório longitudinal.
Interdependência	Conectada à rede, mercado e municípios	Conectada a regulação, pesquisa e mercado imobiliário	Soberania = poder de escolher e reorganizar interdependências.

9. Evidências e contrapesos dos research briefs

9.1 Rótulos como hipótese; efeitos como evidência

A revisão sobre climate-smart agriculture na África Subsaariana examinada nos briefs recentes encontrou elevada elasticidade conceitual, pressupostos de neutralidade tecnológica e análise distributiva insuficiente. Seu valor para o DRI é metodológico: a denominação da intervenção nunca deve ser usada como evidência de sua direção. Sementes comerciais, pacotes de insumos e Agroecologia podem aparecer sob um mesmo rótulo, embora operem com relações de poder e dependência incompatíveis.

Um estudo chinês sobre letramento digital ilustra o problema no nível da variável: o desfecho de “novas tecnologias agrícolas” agrega pesticidas, fertilizantes, variedades, filme plástico e maquinário. Uma associação estatística entre letramento e adoção pode ser válida para o indicador construído, mas não autoriza afirmar avanço agroecológico. O caso funciona como contraexemplo de validade conceitual.

9.2 Da infraestrutura habilitadora ao impacto observado

DigiAgro DS propõe um espaço de dados alinhado a padrões de data spaces, com conectores e políticas legíveis por máquina. É contribuição técnica relevante para interoperabilidade e soberania de dados, porém não demonstra benefício a agricultores, mudança de poder, custo, desempenho offline ou

governança cooperativa. No DRI, esse tipo de trabalho deve ser classificado como infraestrutura habilitadora: pode servir a trajetórias públicas, cooperativas ou corporativas.

Sistemas de recomendação para mercados artesanais e ferramentas de apoio à decisão em agroflorestas apontam necessidades reais — dispersão de mercado e desencontro entre modelos e decisões de agricultores. Entretanto, protótipos dependentes de proxies ou plataformas proprietárias e não validados em implantação rural não demonstram soberania sobre a execução. Participação na engenharia de requisitos é importante, mas não substitui governança sobre a infraestrutura.

9.3 Tecnologia pode deslocar custos

Casos de controle mecânico e automação mostram que uma tecnologia simples, reparável ou menos química pode melhorar uma dimensão e deslocar custos para outra. Se horas de trabalho, ergonomia, energia, perturbação do solo, biodiversidade e custo total não são medidos, não existe base suficiente para afirmar adequação integral. A lição é geral: eficiência local pode transferir custo para trabalho, ecossistema ou dependência futura.

9.4 Política pública e coordenação importam

A evidência nacional incorporada na versão 0.5 reforça que transições agroecológicas não resultam apenas de preferência individual ou disponibilidade técnica. Estudos com agricultores familiares participantes de políticas de compras públicas identificam associações entre desenho institucional, mercados e adoção de práticas orgânicas ou agroecológicas, com heterogeneidade regional e limitações de inferência causal. Para o DRI, o achado relevante é que capacidades territoriais são produzidas por combinações de política, mercado, organização social e conhecimento; nenhuma dessas dimensões deve ser isolada como causa suficiente.

9.5 Quarentena metodológica

Textos que formulam perguntas altamente aderentes ao DRI podem continuar inadequados como evidência. Um artigo que quantificava trade-offs globais entre IA, segurança alimentar e desigualdade foi colocado em quarentena por trilha de dados insuficiente, índice construído no próprio estudo e projeções sensíveis. A disciplina do DRI exige separar pertinência temática de confiabilidade. Uma fonte pode dizer exatamente o que se espera ouvir e ainda assim não sustentar uma alegação.

10. Tecnologia emergente ou pacote extrativo: matriz de decisão

O manuscrito usa “tecnologia emergente” de modo restritivo. Emergência não é apenas novidade cronológica ou crescimento de investimento. Uma tecnologia é emergente para o DRI quando abre capacidade territorial antes indisponível e sua trajetória sociotécnica é compatível com autonomia, justiça, regeneração e soberania funcional. Um pacote pode conter IA, IoT ou blockchain e ainda ser apenas atualização digital de relações extrativas.

10.0 Guia sintético das tecnologias citadas

Tecnologia	O que faz	Pergunta DRI decisiva
Sensores, IoT, conectividade e edge	Mede estados, conecta dispositivos e pode processar informação localmente.	O que continua funcionando sem nuvem ou conexão? Quem calibra, mantém e governa os dados?
Sensoriamento remoto, SIG, GNSS e drones	Observa e mapeia padrões espaciais em diferentes escalas.	Como o dado é validado em campo e interpretado por quem conhece o território?
IA e aprendizado de máquina	Classifica, prevê, reconhece padrões e recomenda ações.	Quem definiu objetivo e dados? Como incerteza, vies e contestação entram na decisão?

Tecnologia	O que faz	Pergunta DRI decisiva
Digital twins e sistemas de apoio à decisão	Representam o sistema e simulam cenários.	O modelo é tratado como representação parcial ou se torna autoridade sobre o território?
Automação, robótica e mecanização	Executa tarefas, reduz esforço ou aumenta precisão.	Quais efeitos sobre trabalho, energia, reparo, conhecimento e dependência?
Blockchain e contratos inteligentes	Registra transações e executa regras em infraestrutura distribuída.	Existe problema de coordenação que justifique a tecnologia? Quem governa chaves, oráculos, regras e custos?
Tecnologia aberta, apropriada e local-first	Prioriza documentação, interoperabilidade, operação local e capacidade de adaptação.	A abertura é acompanhada por competência, recursos e direito real de modificar ou sair?

10.1 Direção e finalidade

O território formula o que conta como melhora. Metas limitadas a produtividade, adoção ou eficiência não passam pelo filtro. A evidência mínima é uma teoria de mudança coformulada, com critérios de sucesso, danos inaceitáveis e possibilidade de recusa.

10.2 Escala territorial

A avaliação inclui efeitos fora da porteira: serviços, paisagem, instituições, cadeias, trabalho e fluxos financeiros. Otimização da propriedade pode ser componente; não é proxy de desenvolvimento territorial.

10.3 Autonomia, reversibilidade e SFT

A tecnologia deve ampliar decisão e preservar direito de saída. Portabilidade, redundância, continuidade sem fornecedor e reversibilidade contratual são evidências mais fortes que declarações de empoderamento. A avaliação deve registrar em quais funções a intervenção aumenta ou reduz P, D, A e R da SFT.

No DRI-Diag, verificar: qual decisão permanece local; que operações dependem de terceiro; que dados e ativos podem ser exportados; quais alternativas existem; que função ficaria interrompida se o fornecedor desaparecesse; quanto tempo e recurso seriam necessários para substituí-lo.

10.4 Governança dos dados

Titularidade, consentimento, finalidade, acesso, auditoria e usos secundários precisam ser definidos coletivamente. Coletar dados em nome do produtor não equivale a governá-los com ele.

No DRI-Diag, verificar: quem define finalidade; quem coleta; quem acessa; onde os dados ficam; como são exportados e apagados; quais usos secundários são permitidos; como decisões automatizadas podem ser auditadas.

10.5 Abertura e interoperabilidade

Licenças, padrões, formatos, APIs, documentação e governança do padrão devem reduzir lock-in. Interoperabilidade técnica sem poder de migração pode apenas facilitar integração corporativa.

10.6 Local-first e offline

Funções essenciais precisam operar com conectividade intermitente, armazenar dados localmente e sincronizar depois. Offline não é versão inferior; pode ser requisito de resiliência e soberania funcional.

10.7 Reparabilidade e manutenção

Peças, código, firmware, documentação, custo total e competência local determinam continuidade. Equipamento barato e irreparável pode ser mais extrativo que uma solução simples mantida por anos.

No DRI-Diag, verificar: vida útil prevista; disponibilidade e preço de peças; ferramentas e competências exigidas; tempo médio de reparo; documentação; garantia; descarte; custo total por ciclo agrícola e plano de manutenção local.

10.8 Pluralismo de saberes e cocriação

Participantes precisam influenciar formulação do problema, categorias, protótipos, critérios de êxito e decisão de continuidade. Pluralismo reconhece conhecimento científico, camponês, tradicional, técnico e ecológico sem exigir que todos sejam traduzidos integralmente para a ontologia da plataforma.

No DRI-Diag, verificar: quem definiu perguntas e categorias; quem pode alterar ou vetar o desenho; como divergências são preservadas; como conhecimento e tempo são reconhecidos; quem possui resultados e decide sua circulação.

10.9 Distribuição de valor

Tecnologia redistribui valor por preços, taxas, propriedade intelectual, dados, compras, empregos, contratos e infraestrutura. Aumento de receita bruta não mostra retenção territorial. A análise deve reconstruir a cadeia de valor antes e depois da intervenção e distinguir valor monetário, capacidade produtiva, conhecimento, infraestrutura e poder de barganha.

No DRI-Diag, verificar: quem financia, possui e recebe; quais taxas e royalties existem; onde ficam compras e empregos; quem captura propriedade intelectual e dados; quanto excedente permanece; quem decide sua repartição.

10.10 Regeneração ecológica

Regeneração implica melhorar a capacidade de sistemas vivos se renovarem, não apenas reduzir dano por unidade de produto. Solo, água, biodiversidade, conectividade da paisagem e resiliência precisam de linha de base, horizonte e escala compatíveis com seus processos. A formulação de vida consolidada ajuda a separar quantidade, qualidade e permanência.

10.11 Justiça e trabalho

Resultados devem ser desagregados por gênero, classe, raça, geração e posição na cadeia. Carga de trabalho, ergonomia, acessibilidade e deslocamento de risco são resultados centrais. A SFT de um território não pode ser afirmada quando capacidade coletiva depende de exploração sistemática de grupos específicos.

10.12 Aprendizagem e reflexividade

O sistema deve registrar memória, tornar critérios discutíveis, comparar consequência e permitir revisão de regras. Recomendação automática sem contestação enfraquece inteligência territorial.

10.13 Governança financeira

Instrumentos financeiros servem a finalidades territoriais e têm limites à captura. Auditoria, repartição, conflitos de interesse, dupla contagem e proibição de compensações enganosas precisam ser explícitos.

10.14 Suficiência, recusa e escolha tecnológica

A alternativa mais simples que resolve o problema deve ser comparada. A não adoção é resultado legítimo. Custos de oportunidade abrangem dinheiro, atenção, dados, energia, capacitação e alternativas abandonadas. Novidade precisa demonstrar capacidade adicional que não possa ser obtida de forma menos dependente.

No DRI-Diag, verificar: qual necessidade é indispensável; que opção mais simples foi testada; quais custos totais e alternativas foram excluídos; se a comunidade pode dizer não sem punição; quais condições justificariam interromper ou desmontar a tecnologia.

A matriz não deve ser convertida imediatamente em índice único. Uma média pode permitir que boa conectividade compense expropriação de dados ou que ganho de renda compense degradação ecológica. A primeira versão do DRI-Diag deve produzir perfis dimensionais, registrar evidências e adotar critérios de veto para violações graves, como ausência de consentimento, dependência sem saída, dano ecológico material ou captura de funções essenciais. A SFT acrescenta um princípio: alta capacidade numa função não compensa perda crítica de capacidade noutra função sem que o trade-off seja explicitamente deliberado.

10.15 Seis testes transversais do DRI-Diag

As quatorze dimensões permanecem como arquitetura temática. A v0.9 adiciona seis testes transversais aplicáveis a todas elas, evitando multiplicar indefinidamente a rubrica. Eles perguntam não apenas se um atributo existe, mas se ele se converteu em capacidade territorial.

Teste	Pergunta central	Exemplo de evidência
Apropriação	Quem consegue compreender, modificar, manter, recusar ou migrar?	Documentação, formação, exportação, reparo, fork, alternativas.
Coordenação	Como sinais viram decisões, compromissos e ação legítima?	Papéis, mandatos, registros de deliberação, responsáveis, prazos.
Realização	Onde a cadeia termina em mudança material verificável?	Entrega, serviço, infraestrutura funcional, manejo realizado, condição ecológica.
Herança	Que capacidade permanece após recurso/interventor recuar?	Pessoas formadas, memória, ativos, relações, práticas, solo ou infraestrutura mantível.
Continuidade	Quem preserva contexto e responsabilidade quando alguém sai?	Plano de sucessão, redundância, documentação, distribuição de chaves e funções.
Materialidade e poder	Quem possui e controla os meios, quem realiza o trabalho, quem pode vetar ou sair e quem captura excedentes?	Titularidade, contratos, dívida, fluxo de renda, custos de saída, horas de trabalho, governança e concentração de infraestrutura/dados.

11. Soberania e regeneração como arquitetura multicapital e multi-aspectual

A IHMC introduz ênfase deliberada em propriedade, trabalho, instituições e poder, mas o manuscrito rejeita o economicismo como explicação total. A auditoria pelos aspectos modais de Dooyeweerd funciona como teste adversarial contra a própria análise histórico-material: uma explicação que reduz fenômenos bióticos, jurídicos, linguais, éticos, estéticos ou de compromisso a “efeitos da economia” é insuficiente enquanto não demonstrar os mecanismos específicos de articulação entre as esferas.

Da mesma forma, as oito formas de capital impedem que retenção financeira seja confundida com regeneração. Um arranjo pode aumentar renda local enquanto consome capital vivo, cultural, social ou humano; pode ainda fortalecer vínculos comunitários à custa de trabalho invisível concentrado. A análise crítica só é completa quando materialidade e significado permanecem em relação sem que um seja reduzido ao outro.

A SFT não pode ser reduzida a uma métrica econômica ou tecnológica. O projeto adota duas lentes complementares para testar reducionismos. A primeira é a matriz dos quinze aspectos modais associada à tradição de Herman Dooyeweerd: quantitativo, espacial, cinemático, físico, biótico, sensível/psíquico, analítico, formativo, lingual, social, econômico, estético, jurídico, ético e pístico/de compromisso. Cada aspecto possui normatividade própria e não deve ser tratado como mero derivado de outro. A segunda é a abordagem das oito formas de capital de Roland e Landua (2013): financeiro, material, vivo, social, intelectual, experiencial, cultural e espiritual/de propósito.

As lentes cumprem funções diferentes. Aspectos modais ajudam a perguntar que tipos de normatividade uma decisão atravessa; formas de capital ajudam a rastrear estoques, capacidades e fluxos de valor. Nenhuma das duas autoriza somatório indiferenciado. Um aumento de capital financeiro não compensa automaticamente erosão de capital vivo ou violação jurídica; um ganho econômico não transforma dano biótico em decisão aceitável.

Função SFT	Aspectos especialmente sensíveis	Capitais mais diretamente mobilizados	Tensão a explicitar
Alimento e sementes	Biótico, social, econômico, jurídico, ético, pístico	Vivo, cultural, experiencial, financeiro	Produtividade vs. diversidade, direito de uso e continuidade cultural.
Água e solo	Físico, biótico, espacial, jurídico, ético	Vivo, material, intelectual	Uso produtivo presente vs. autorrenovação e direitos de outros usuários.
Tecnologia e máquinas	Formativo, analítico, econômico, jurídico, social	Material, intelectual, experiencial, financeiro	Eficiência vs. reparabilidade, lock-in, trabalho e transferência de competência.
Dados e IA	Analítico, lingual, formativo, jurídico, ético, social	Intelectual, social, financeiro, cultural	Acurácia e escala vs. consentimento, interpretação, privacidade e contestação.
Finanças e crédito	Econômico, jurídico, social, ético, pístico	Financeiro, social, material, vivo	Liquidez e retorno vs. endividamento, captura, finalidade e reinvestimento territorial.
Governança	Social, jurídico, lingual, ético, pístico	Social, cultural, intelectual, experiencial	Velocidade decisória vs. legitimidade, inclusão, prestação de contas e compromisso.
Regeneração ecológica	Biótico, físico, espacial, estético, ético	Vivo, material, cultural, espiritual/de propósito	Produção imediata vs. qualidade, diversidade e continuidade das condições de vida.

Esse cruzamento impede uma leitura na qual “mais soberania” seja sempre desejável por si mesma. Um território pode aumentar capacidade de controle econômico e simultaneamente degradar seus sistemas vivos, excluir grupos ou institucionalizar injustiça. A soberania funcional que interessa ao DRI é orientada pelo desenvolvimento definido no capítulo 4: capacidades, justiça, pluralidade e continuidade ecológica.

12. Artefatos e ciclos DSR: da hipótese ao redesenho

12.1 O dossiê fundador e o TCC

O dossiê técnico de 2026 organizou oito princípios: soberania territorial, autonomia decisória, conhecimento tradicional, dados como bem comum, escala humana, circuitos econômicos locais, pesquisa/extensão dialógica e biodiversidade como indicador. Esses princípios permanecem como posição programática e foram reescritos neste manuscrito como dimensões observáveis. O texto fundador mistura manifesto, diagnóstico, exemplos e propostas; a nova estrutura separa afirmações normativas, mecanismos e evidência.

O TCC e seus mapas preservam a genealogia do problema, mas não sustentam resultados bibliométricos até que uma nova busca reproduzível seja realizada. Mapas de coocorrência são documentação da etapa exploratória, não prova de relações causais ou de consenso científico.

12.2 DRI-Diag

O DRI-Diag é a tentativa de transformar o paradigma em diagnóstico. Para cumprir essa função, não deve apenas coletar respostas e calcular pontuações. Precisa registrar versão da ontologia, fonte da evidência, contexto, autor da interpretação, discordâncias, decisões e mudanças ao longo do tempo. A memória do diagnóstico é parte da inteligência territorial.

A v0.9 mantém o módulo exploratório de SFT e acrescenta os seis testes transversais de apropriação, coordenação, realização, herança, continuidade e materialidade/poder. Em vez de perguntar genericamente se o território é soberano ou “smart”, a ferramenta deve permitir selecionar funções relevantes, registrar P/D/A/R, identificar quem controla cada passagem do ciclo de coordenação e distinguir infraestrutura instalada de capacidade que permanece.

12.3 Grow REZ

A proposta Grow REZ organiza uma infraestrutura territorial para separar fluxo comercial de produtos e fluxo de remuneração por resultados ecológicos. Seus módulos — inteligência territorial, MRV regenerativo, contratos de resultados e tesouraria comunitária — dialogam com percepção, memória, valor e governança. O artefato pode ser analisado pela SFT perguntando se aumenta capacidade local de medir, deliberar, contratar, receber e reinvestir valor ou se cria novas dependências de infraestrutura, validadores e mercados externos.

12.4 Commitment Pools e Vouchers de Ativos Comunitários

Commitment Pools e Vouchers de Ativos Comunitários materializam hipóteses de coordenação financeira e reconhecimento de compromissos. No DRI, sua relevância está menos no formato monetário e mais em como distribuem autoridade sobre emissão, validação, custódia, limites, liquidez, inadimplência, saída e alocação de excedentes. Esses mecanismos devem ser tratados como experimentos financeiros sociotécnicos; seu desenho não demonstra por si só aumento de soberania financeira ou regeneração.

12.5 Regen Rio e GPBR Commons como ciclos de Design Science Research

Regen Rio e GPBR Commons entram nesta versão como casos de primeira parte para reconstrução de ciclos DSR, e não como demonstração de que Web3 ou moedas comunitárias constituem soluções do DRI. O valor científico está na diferença entre o artefato pretendido, o implementado, as fricções observadas e o redesenho subsequente. O modelo de facilidade bioregional de Regen Rio descrevia pools de compromisso e liquidez, governança e rastreamento; o relatório de implementação documentou 21 projetos, três camadas de financiamento, forte demanda de onboarding e tensões entre inclusão e integridade operacional. O GPBR Commons, por sua vez, iniciou com hubs e múltiplas ferramentas, encontrou sobrecarga cognitiva e migrou para uma sequência centrada em energizantes, papéis mais claros e uso seletivo de plataformas.

Ciclo	Hipótese / desenho inicial	Fricção observada	Princípio provisório derivado
Regen Rio	Capital em camadas catalisaria coordenação regional.	Suporte, tradução e obrigações cresceram junto com recursos e participantes.	Capital não deve escalar mais rápido que capacidade coordenativa.
Regen Rio	Infraestrutura digital ampliaria acesso.	Abertura técnica coexistiu com barreiras cognitivas, segurança e retenção.	Acesso e onboarding não equivalem a apropriação.
GPBR Commons	Hubs poderiam ser ativados por recursos + stack comum.	Competição, carga cognitiva e baixa clareza entre funções.	Capacidade e linguagem comum precedem institucionalização mais pesada.
Energizers	Aprendizagem poderia virar participação com responsabilidade crescente.	Alguns participantes passaram a emitir compromissos e coordenar ações.	Governança também pode ser desenho educacional.
Commitment pools	Registros de compromissos permitiriam circulação comum.	Voucher, transação e entrega material mostraram-se estados distintos.	Compromisso ≠ transação ≠ realização material.

Ciclo	Hipótese / desenho inicial	Fricção observada	Princípio provisório derivado
Governança	Permissões e acessos distribuídos reduziram centralização.	Contexto e responsabilidade de continuidade permaneceram concentrados.	Distribuir poder exige distribuir memória, capacidade e responsabilidade residual.

Na v0.8, esses ciclos deixam de funcionar apenas como ilustrações confirmatórias. Cada caso deve ser reconstruído em cronologia antes da interpretação, com distinção entre documentos ex ante, registros operacionais, transações, relatórios retrospectivos, memos reflexivos e versões de outros participantes. A hipótese “capital pode escalar mais rápido que capacidade coordenativa”, por exemplo, só poderá avançar de inferência para conclusão causal se a comparação mostrar mecanismo temporal de sobrecarga e eliminar explicações rivais plausíveis, como desenho deficiente específico, liderança insuficiente, conflito interpessoal ou simples novidade das ferramentas.

12.6 Responsabilidade residual como sinal de desenho

O ensaio reflexivo *The River Was Never Mine to Control* registra a experiência do pesquisador-participante e não deve ser lido como adjudicação independente dos conflitos. Sua contribuição metodológica é tornar observável uma categoria de desenho: responsabilidade residual. Quando participantes assumem parcelas de trabalho mas tarefas críticas voltam repetidamente ao mesmo integrador, a organização pode distribuir atividades enquanto concentra continuidade. Exaustão, dependência de pessoa-chave e perda de memória após saídas são, nesse enquadramento, sinais institucionais passíveis de auditoria.

12.7 Intenção, autorização, custódia, execução e evidência

A resposta de reconciliação do GPBR Commons adiciona outra aprendizagem. Estados financeiros e institucionais não devem ser comprimidos em “gasto” versus “não gasto”. Uma alocação pode estar reservada, transferida, em custódia, executada, em mediação ou reconciliada. O mesmo vale para governança: silêncio não equivale a autorização, uma decisão não equivale a mandato permanente e transferência on-chain não prova execução downstream. A auditoria DRI passa a exigir rastreabilidade entre intenção → autorização → alocação → custódia → execução → realização → evidência.

13. Protocolo de auditoria sociotécnica

A antropofagia digital, a matriz DRI e a SFT convergem num protocolo simples: nenhuma afirmação de autonomia, descentralização, regeneração ou soberania é aceita sem mecanismo e evidência. As treze perguntas abaixo podem orientar análise de plataformas, políticas, máquinas, instrumentos financeiros e infraestruturas de dados.

Duas cadeias não equivalentes devem ser registradas explicitamente. Na coordenação: sinal ≠ proposta ≠ decisão ≠ compromisso ≠ transação ≠ realização. Na gestão de recursos: intenção ≠ autorização ≠ alocação ≠ custódia ≠ execução ≠ evidência. A auditoria deve indicar onde cada passagem ocorreu, quem tinha autoridade para realizá-la e que prova permite verificá-la.

#	Pergunta de auditoria	Evidência desejável
1	Quem pode definir e alterar as regras?	Estatuto, contrato, governança, registro de mudanças e direitos de veto/contestação.
2	O código, desenho ou especificação é auditável e modificável?	Licença, repositório, documentação, possibilidade de fork ou especificação aberta.
3	Quem governa os dados?	Política de dados, consentimento, finalidade, exportação, exclusão, auditoria e uso secundário.

#	Pergunta de auditoria	Evidência desejável
4	Quem controla infraestrutura e custódia?	Servidores, chaves, contas, contratos, dependências e plano de continuidade.
5	Como valor é capturado e distribuído?	Taxas, royalties, propriedade intelectual, salários, compras, excedentes e dados.
6	Quem mantém e repara?	Peças, firmware, suporte, custos, competências e tempos de recuperação.
7	É interoperável de fato?	Formatos, APIs, padrões, exportação e testes de migração para alternativa.
8	É possível sair sem perder capacidade essencial?	Procedimento de saída, portabilidade, continuidade e reversibilidade contratual/técnica.
9	Quem pode participar e quem fica excluído?	Critérios de acesso, custos, letramento, gênero, raça, geração, conectividade e acessibilidade.
10	Quem controla visibilidade, reputação e recomendação?	Regras de ranking, moderação, explicabilidade, contestação e alteração de critérios.
11	Que impacto foi realmente demonstrado?	Linha de base, indicadores, método, contrafactuais quando cabíveis, validação independente.
12	A última milha funciona no território real?	Energia, conectividade, offline, treinamento, suporte, logística, manutenção e idioma.
13	De onde vem o capital e quais condições o acompanham?	Fonte, retorno esperado, garantias, controle, condicionantes, concentração e conflitos de interesse.

Silêncio ou opacidade não autorizam automaticamente classificar uma solução como extrativa, mas impedem classificação positiva até que exista evidência suficiente. A carga da demonstração aumenta quando a infraestrutura controla função crítica ou quando a saída é custosa.

Camada IHMC obrigatória. Para cada aplicação do protocolo, registrar: (a) cronologia mínima do problema e da intervenção; (b) mapa de propriedade/controle dos meios críticos; (c) divisão do trabalho visível e invisível; (d) instituições que definem regras, elegibilidade e padrões; (e) atores com poder de veto e custos de saída; (f) discurso legitimador predominante; (g) hipótese causal e rival; (h) evidência que apoiaria e que refutaria a hipótese; e (i) lacunas documentais. Essa ficha impede que a auditoria sociotécnica se converta em checklist normativa sem história ou causalidade.

14. Agenda de validação e publicação

14.1 Comparação metodológica e de construtos com modelos existentes

Antes de expandir o framework, a pesquisa deve realizar uma comparação estruturada com modelos próximos, começando pelo DRTI de Catapan (2024). O protocolo deve mapear os 45 fatores e sete categorias do DRTI contra dimensões, testes e construtos do DRI; classificar convergência, complementaridade e redundância; e registrar quais elementos do DRI possuem evidência suficiente para justificar permanência. O mesmo procedimento deve incluir modelos de smart territories, territorial intelligence, capacidades territoriais e governança colaborativa.

14.2 Revisão de escopo registrada

O primeiro passo para uma publicação robusta é substituir o corpus histórico perdido por revisão de escopo nova, versionada e reproduzível. O protocolo deve definir bases, campos, strings com precedência

explícita, idiomas, período, tipos documentais, duplicação e critérios de exclusão. A busca precisa separar agricultura digital, smart farming, smart villages, inteligência territorial, Agroecologia digital, infraestrutura aberta, justiça de dados, tecnologia apropriada, soberania alimentar, soberania digital e conceitos de soberania efetiva/funcional.

14.3 Validade de conteúdo do DRI e da SFT

A definição, a matriz e a SFT devem ser submetidas a oficinas com agricultores, povos e comunidades tradicionais, organizações territoriais, extensionistas, pesquisadores, poder público e desenvolvedores. A pergunta não é apenas se os itens parecem importantes; é se as categorias traduzem experiências, conflitos e capacidades reais. Para SFT, a validação deve testar se as funções propostas são suficientes, se P/D/A/R são distinguíveis em campo, se a escala territorial está corretamente delimitada e se o conceito acrescenta informação em relação a autonomia, resiliência e soberania alimentar.

Métodos como Delphi podem apoiar convergência, mas não devem substituir dissenso documentado e poder de veto de grupos afetados. A validação deve procurar casos negativos: territórios com alta autonomia percebida e baixa capacidade funcional, ou alta capacidade material com governança injusta.

14.4 Validação da hipótese profissional do agroecólogo

A agenda profissional requer um artefato próprio: Marco de Competências do Agroecólogo para o Desenvolvimento Rural Inteligente. Sua construção deve comparar projetos pedagógicos de cursos, marcos de Agroecologia e ATER, demandas de políticas públicas, ocupações reais de egressos e experiências de transição territorial. A validação deve envolver egressos, docentes, agricultores, organizações de Agroecologia, serviços públicos, empregadores e demais profissões que atuam no rural, buscando complementaridade em vez de reserva artificial de tarefas.

O artefato deve produzir quatro resultados: ontologia profissional; matriz de competências; currículo de referência; e rubrica de avaliação em situações reais. A hipótese estará fortalecida se essas competências forem reconhecidas como necessárias por atores distintos e se o desempenho puder ser observado em casos territoriais, não apenas em autodeclaração.

14.5 Estudos de caso comparados e ciclos DSR

Uma etapa empírica deve comparar trajetórias contrastantes: plataforma smart farm proprietária; infraestrutura de dados aberta; tecnologia local-first ou reparável dirigida por agricultores; arranjo institucional/financeiro territorial; e, quando possível, iniciativa agroecológica com elevada capacidade comunitária sem digitalização intensiva. A comparação deve observar propriedade, dependência, trabalho, dados, valor, ecologia, continuidade e perfil SFT antes/depois.

A agenda comparativa deve combinar casos autorais e externos. Regen Rio/GPBR Commons devem ser reconstituídos por documentos, transações, entrevistas e perspectivas divergentes, distinguindo intenção, implementação e reconciliação. Bürgerenergie Chiemgau e Bad Aibling devem funcionar como contrastes internacionais sobre propriedade, governança, suficiência tecnológica e aprendizagem longitudinal, sem presumir transferibilidade direta para o rural brasileiro.

14.6 Piloto longitudinal do DRI-Diag

O piloto precisa começar com linha de base e acompanhar mudanças por pelo menos um ciclo agrícola completo. A ferramenta deve ser testada em condições reais de conectividade, com exportação e recuperação de dados, simulação de saída de fornecedores e auditoria de permissões. O resultado mais importante não é a pontuação do território, mas se o diagnóstico melhora qualidade das decisões, explicita conflitos, preserva memória coletiva e aumenta capacidade de reorganização diante de perturbações.

14.7 Governança e ciência aberta

O protocolo, a ontologia, versões da rubrica, dicionários de dados e decisões metodológicas devem ser públicos sempre que ética e privacidade permitirem. Dados comunitários não precisam ser abertos para que o método seja aberto. A governança deve separar transparência do processo de exposição das

peças. Consentimento deve ser contínuo, e comunidades precisam poder retirar ou restringir uso sem perder acesso ao próprio histórico.

14.8 Validação da capacidade coordenativa e do princípio de desprendimento

Uma etapa específica deve testar se capacidade coordenativa pode ser distinguida empiricamente de capital social, capacidade institucional e qualidade da governança. Indicadores candidatos incluem diversidade e redundância de papéis, tempo entre sinal e decisão, taxa de compromissos realizados, concentração de contexto, dependência de pessoa-chave, qualidade da memória institucional, capacidade de substituir ferramentas e continuidade após retirada de facilitadores. O princípio de desprendimento deve ser testado longitudinalmente, não por autodeclaração.

14.9 Validação IHMC: cronologia, casos negativos e mecanismos

A agenda empírica deve selecionar casos que permitam testar mecanismos e não apenas ilustrar categorias. Para cada tecnologia ou política, a unidade comparativa deve registrar situação anterior, mudança introduzida, atores beneficiados e onerados, alteração de propriedade/controle, trabalho adicional ou deslocado, dependências criadas/removidas e capacidade que permanece após a intervenção.

O desenho deve buscar deliberadamente casos negativos: plataformas proprietárias que aumentem autonomia; infraestruturas abertas que fracassem por falta de manutenção; experiências agroecológicas capturadas por elites locais; territórios com forte coordenação e baixa regeneração ecológica; e programas com bons indicadores de participação que não deixem capacidade persistente. Esses casos são essenciais para discriminar o DRI de uma linguagem normativa que apenas renomeia resultados desejáveis.

A causalidade deve ser graduada. Sem sequência temporal e mecanismo documentado, usar linguagem de associação ou compatibilidade. Com process tracing robusto, evidência convergente e hipóteses rivais enfraquecidas, avançar para inferência causal qualificada. A ambição é produzir uma teoria que possa perder disputas empíricas, porque somente assim poderá ganhar precisão.

15. Conclusão

O Desenvolvimento Rural Inteligente é apresentado na v0.9 como um programa de pesquisa aplicada sobre formação e governança de capacidades territoriais. Desenvolvimento fornece a pergunta sobre direção, valores e distribuição de consequências. Inteligência territorial descreve capacidades distribuídas de perceber, interpretar, deliberar, coordenar, agir, aprender e corrigir trajetórias. O interesse empírico está em observar como essas capacidades mudam quando tecnologias, capital, conhecimento e instituições entram em um território.

A principal mudança desta versão é metodológica. DSR organiza os ciclos de construção, demonstração, avaliação e redesign; Catapan (2024) oferece o antecedente mais próximo para esse percurso; IHMC examina história, materialidade, poder e mecanismos; cognição situada e distribuída sustenta a análise da inteligência; Dooyeweerd opera como auditoria anti-reducionista; abordagens regenerativas orientam perguntas sobre potencial e capacidade futura; e os 8 capitais permanecem como heurística de valor. As tensões entre essas tradições funcionam como controles cruzados e permanecem abertas à revisão.

A hipótese central recebe estatuto próprio: intervenções contribuem para o desenvolvimento rural na medida em que ampliam capacidades territorialmente distribuídas de conhecer, decidir, coordenar, agir, aprender e reorganizar recursos e relações relevantes para a continuidade do território. Apropriação, capacidade coordenativa, estrutura de poder, continuidade e soberania funcional são mecanismos ou dimensões subordinadas a serem testados em casos comparáveis.

Soberania Funcional Territorial, commons de coordenação e responsabilidade residual permanecem construções exploratórias. Seu valor dependerá da capacidade de distinguir fenômenos que conceitos existentes descrevem apenas parcialmente. A comparação com autonomia, capacidade institucional,

resiliência, governança e soberania alimentar integra a agenda de validação, e resultados redundantes deverão levar à simplificação do framework.

O agroecólogo aparece como hipótese profissional ligada a esse programa. A questão a testar é se uma formação agroecológica ampliada consegue preparar profissionais para integrar ecologia, produção, conhecimento, tecnologia, economia e governança territorial preservando a agência dos sujeitos do território. Essa hipótese exige comparação curricular, validação com egressos e empregadores, diálogo com organizações profissionais e observação de práticas reais.

A próxima etapa da pesquisa é principalmente empírica: comparar sistematicamente o DRI com Catapan (2024) e outros modelos próximos; submeter definições e dimensões à validade de conteúdo com sujeitos rurais; testar o DRI-Diag em territórios contrastantes; acompanhar probes longitudinalmente; e registrar casos que contradigam as hipóteses. A arquitetura metodológica da v0.9 será considerada útil enquanto aumentar rastreabilidade, capacidade de aprender com falhas e precisão sobre o que o DRI consegue afirmar em cada estágio de evidência.

Referências

- Agnew, J. (2005). Sovereignty Regimes: Territoriality and State Authority in Contemporary World Politics. *Annals of the Association of American Geographers*. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2005.00468.x>
- Aguiton, C., Brunier, S., & Oui, A. (2022). Autonomie technologique et innovation ouverte paysanne. *Études rurales*. <https://doi.org/10.4000/etudesrurales.28662>
- Andrade, D. V. P., & Pasini, F. S. (2014). Implantação e manejo de agroecossistema segundo os métodos da Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch. *Cadernos de Agroecologia*, 9(4).
- Andrade, O. de. (1928). Manifesto Antropófago. *Revista de Antropofagia*, 1(1).
- Arcuri, M., Brunori, G., & Rolandi, S. (2023). Digitalisation in rural areas: exploring perspectives and main challenges ahead. <https://doi.org/10.36253/rea-14368>
- Baleeiro, A. V. F. (2018). Intersecção termodinâmica-ecologia e discussão das bases científicas da agricultura sintrópica [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás].
- Bazargani, K., & Deemyad, T. (2024). Automation's Impact on Agriculture: Opportunities, Challenges, and Economic Effects. *Robotics*, 13(2), 33. <https://doi.org/10.3390/robotics13020033>
- Benegiamo, A., Corrado, A., & Fama, A. (2023). Agricultural digitalisation and just transition: a framework for the analysis. <https://doi.org/10.36253/rea-14491>
- Benos, L., Tagarakis, A. C., Dolias, G., Berruto, R., Kateris, D., & Bochtis, D. (2021). Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review. *Sensors*, 21, 3758. <https://doi.org/10.3390/s21113758>
- Berisha, F., Mooney, P., Pourzolfaghar, Z., & Helfert, M. (2025). Shared Yet Owned: The Dual Path of Data Ownership in Agriculture: A Systematic Review. *Data & Policy*. <https://doi.org/10.1017/dap.2025.10050>
- Brasil. (1850). Lei nº 601, de 18 de setembro de 1850. Dispõe sobre as terras devolutas do Império. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lim/lim601.htm
- Brasil. (1964). Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. Estatuto da Terra. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm
- Brasil. (1965). Lei nº 4.829, de 5 de novembro de 1965. Institucionaliza o crédito rural. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4829.htm
- Brasil. (1972). Lei nº 5.851, de 7 de dezembro de 1972. Autoriza a instituição da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/l5851.htm
- Brasil. (1996). Decreto nº 1.946, de 28 de junho de 1996. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d1946.htm
- Brasil. (2010). Lei nº 12.188, de 11 de janeiro de 2010. Institui a PNATER e o PRONATER. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12188.htm
- Brasil. (2012). Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm
- Brasil. (2024). Portaria Interministerial MDA/SG-PR/MAPA/MDS/MMA/MS/MCTI nº 7, de 2 de outubro de 2024. Institui o Planapo 2024–2027.
- Bronson, K. (2019). Looking through a responsible innovation lens at uneven engagements with digital farming. *NJAS*. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.03.001>
- Bürgerenergie Chiemgau eG. (2026). Bürgerenergie Chiemgau eG: Genossenschaft, Anlagen und aktuelle Daten. <https://www.buergerenergie-chiemgau.de/>
- Callois, J.-M. (2025). Vers de nouveaux indicateurs du potentiel d'action collective pour le développement territorial. *Revue d'économie régionale et urbaine*. <https://doi.org/10.3917/reru.255.0899>
- Caporal, F. R., & Petersen, P. (2011). Agroecologia e políticas públicas na América Latina: o caso do Brasil. *Agroecología*.

- Carolan, M. S. (2020). Acting like an algorithm: digital farming platforms and the trajectories they (need not) lock-in. *Agriculture and Human Values*. <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10032-w>
- Castiella, L. (2023). Smart, Rather Than Intelligent: A Study on Signifiers and Their Implications for Cities Management. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36957-5_30
- Catapan, E. (2024). DRTI - Modelo de Desenvolvimento Rural Territorial Inteligente [Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina]. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/263725>
- Chance, E., & Meyer, M. (2017). L'agriculture libre. Les outils agricoles à l'épreuve de l'open source. *Techniques & Culture*. <https://doi.org/10.4000/TC.8534>
- Clark, D. (2012). Adaptation: Implications for Development in Theory and Practice. https://doi.org/10.1057/9781137002778_3
- Coca, N., & Barbosa, L. P. (2024). MST's Arvoredo App: Family Farmers Participate in Transformative Environmental Governance in Brazil [Preprint]. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4701297>
- Coq-Huelva, D. (2024). Aportaciones latinoamericanas al pensamiento económico: dependencia, extractivismo y buen vivir. *Araucaria*. <https://doi.org/10.12795/araucaria.2024.i57.18>
- Cotrim, D. S. (2017). As arenas de Construção do Conhecimento Agroecológico como espaços para emergência de um "novo profissionalismo" da ação extensionista. *Redes*, 22(2). <https://doi.org/10.17058/REDES.V22I2.9029>
- Dagne, T. W. (2020). Embracing the Data Revolution for Development: A Data Justice Framework for Farm Data in the Context of African Indigenous Farmers. <https://doi.org/10.31273/LGD.2019.2502>
- Devkota, R., Pant, L. P., Gartaula, H., Patel, K., Gauchan, D., Hambly-Odame, H., Thapa, B., & Raizada, M. N. (2020). Responsible agricultural mechanization innovation for the sustainable development of Nepal's hillside farming system. *Sustainability*, 12(1), 374. <https://doi.org/10.3390/su12010374>
- Edelman, M. (2014). Food sovereignty: forgotten genealogies and future regulatory challenges. *The Journal of Peasant Studies*. <https://doi.org/10.1080/03066150.2013.876998>
- Escribà-Gelonch, M., Liang, S., van Schalkwyk, P., Fisk, I., Long, N. V. D., & Hessel, V. (2024). Digital Twins in Agriculture: Orchestration and Applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c01934>
- Faustino, C. L. (2021). The Blockchain That Was Not: The Case of Four Cooperative Agroecological Supermarkets. *Frontiers in Blockchain*. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2021.624810>
- Florea, A., & Huang, R. (2025). Functional Sovereignty in Contested Territories. *International Studies Quarterly*. <https://doi.org/10.1093/isq/sqaf069>
- García-Madurga, M.-Á., Grilló-Méndez, A. J., & Esteban-Navarro, M. Á. (2020). Territorial Intelligence, a Collective Challenge for Sustainable Development: A Scoping Review. *Social Sciences*, 9(7), 126. <https://doi.org/10.3390/SOCSCI9070126>
- Gerli, R. T., Navío-Marco, J., & Whalley, J. (2022). What makes a smart village smart? A review of the literature. *Transforming Government*. <https://doi.org/10.1108/TG-07-2021-0126>
- Gliessman, S., Friedmann, H., & Howard, P. H. (2019). Agroecology and Food Sovereignty. *IDS Bulletin*. <https://doi.org/10.19088/1968-2019.120>
- GreenPill Brasil. (2025). Regen Rio de Janeiro Program – Bitcoin Grants 23 Impact Report [Relatório de implementação].
- GreenPill Brasil. (2026). GPBR Commons Report 1/2 [Relatório de implementação e aprendizagem].
- GreenPill Brasil. (2026). GreenPill Brasil Commons – Good Strategy & Theory of Change, v1.2 [Documento estratégico].
- Gregio, J. V. (2020). Da degradação à floresta: A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch e sua aplicação nas Fazendas Olhos D'Água e Santa Teresinha, Pirai do Norte/BA. *Ambientes*, 2(2), 106–143. <https://doi.org/10.48075/AMB.V2I2.26585>
- Grow Ecosystems. (s.d.). Grow REZ: Infraestrutura territorial para transformar regeneração em receita recorrente [Documento de trabalho não publicado].
- Gualini, E. (2002). Institutional capacity building as an issue of collective action and institutionalisation: Some theoretical remarks. In *Institutional Capacity and Planning*. <https://doi.org/10.4324/9781315202877-3>
- Guivant, J. S. (1997). Heterogeneidade de conhecimentos no desenvolvimento rural sustentável. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 14. <https://doi.org/10.35977/0104-1096.CCT1997.V14.8979>
- Guzmán Peña, A. R. (2013). Propuesta de un Modelo de Inteligencia Territorial. *Journal of Technology Management & Innovation*. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000300036>
- Götsch, E. (2019). "TAO" para nossa compreensão da vida. *Agenda Götsch*.
- Hackfort, S. (2021). Patterns of Inequalities in Digital Agriculture: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 13, 12345. <https://doi.org/10.3390/su132212345>
- Hilbeck, A., Tisselli, E., Crameri, S., et al. (2023). ICT4Agroecology: a participatory research methodology for agroecological field research in Tanzania. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2259828>
- Hutchins, E. (2001). Cognition, Distributed. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. <https://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/01636-3>
- IBGE. (2018). Censo Agro 2017: resultados preliminares mostram queda de 2,0% no número de estabelecimentos e alta de 5% na área total. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (2023). Atlas do espaço rural brasileiro: Agricultura familiar – Censo Agropecuário 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Kraus, L. (2023). Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). *Temáticas*. <https://doi.org/10.20396/tematicas.v30i60.16176>
- Liakos, K. G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine Learning in Agriculture: A Review. *Sensors*, 18, 2674. <https://doi.org/10.3390/s18082674>

- Luo, S., Zhang, J., & Furuya, K. (2022). Increased Attention to Smart Development in Rural Areas: A Scientometric Analysis of Smart Village Research. *Land*, 11, 1362. <https://doi.org/10.3390/land11081362>
- Madrigal-García, et al. (2024). Smart territories and the factors involved in their constitution: a systematic revision. *Agrociencia*, 58(6). <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v58i6.3129>
- Mang, P., & Haggard, B. (2016). *Regenerative Development and Design: A Framework for Evolving Sustainability*. Wiley.
- McLoughlin, C. A., & Thoms, M. (2015). Integrative learning for practicing adaptive resource management. *Ecology and Society*, 20(1). <https://doi.org/10.5751/ES-07303-200134>
- Meesala, S., & Brunori, G. (2025). Dynamics of Using Digital Technologies in Agroecological Settings: A Case Study Approach. *Agriculture*, 15, 1636. <https://doi.org/10.3390/agriculture15151636>
- Miine, L. K., Akorsu, A. D., Boampong, O., & Bukari, S. (2024). Digital agriculture and decent working conditions of smallholder farmers and farmworkers in Ghana. <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00254-w>
- Nasirahmadi, A., & Hensel, O. (2022). Toward the Next Generation of Digitalization in Agriculture Based on Digital Twin Paradigm. *Sensors*, 22, 498. <https://doi.org/10.3390/s22020498>
- Nelson, I. L., Faxon, H. O., & Ehlers, M.-H. (2024). Feminist political ecologies of agrarian technologies: knowing the digital differently. *The Journal of Peasant Studies*. <https://doi.org/10.1080/03066150.2024.2308637>
- Paolini, A., Bhalla, I. S., & Loring, P. A. (2024). "Doing more good": Exploring the multidisciplinary landscape of regeneration as a boundary concept for paradigm change. *Journal of Agriculture, Food Systems, and Community Development*. <https://doi.org/10.5304/jafscd.2024.134.011>
- Patel, R. (2013). The Long Green Revolution. *The Journal of Peasant Studies*, 40(1). <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.719224>
- Pelsa, I., & Balina, S. (2022). Development of economic theory – from theories of economic growth and economic development to the paradigm of sustainable development. <https://doi.org/10.17818/diem/2022/1.10>
- Petersen, P., & Silveira, L. (2017). Agroecology, Public Policies and Labor-Driven Intensification: Alternative Development Trajectories in the Brazilian Semi-Arid Region. *Sustainability*, 9, 535. <https://doi.org/10.3390/su9040535>
- Pimbert, M. (2025). Financing agroecological transformations for territorial agri-food systems: Beyond the myth of financial scarcity. *Elementa*. <https://doi.org/10.1525/elementa.2025.00026>
- Pimbert, M., & Claeyes, P. (2024). Food Sovereignty. *Oxford Research Encyclopedia of Anthropology*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190854584.013.297>
- Rambo, A. G., & Filippi, E. E. (2012). A abordagem territorial e escalar nos estudos sobre o desenvolvimento rural: uma proposta teórico-metodológica. *Ambiência*. <https://doi.org/10.5777/AMBIENCIA.2012.03.06>
- Ravishankar, M. (2023). Food Sovereignty. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.812>
- Reisman, E., Fairbairn, M., & Kish, Z. (2024). Agrarian Platform Capitalism: Digital Rentiership Comes to Farming. *Antipode*. <https://doi.org/10.1111/anti.13107>
- Roland, E. C., & Landua, G. (2013). *Regenerative Enterprise: Optimizing for Multi-Capital Abundance*. 8 Forms of Capital.
- Roman-Alcalá, A. (2016). Conceptualising components, conditions and trajectories of food sovereignty's "sovereignty". *Third World Quarterly*. <https://doi.org/10.1080/01436597.2016.1142366>
- Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening Responsible Innovation in an Era of Smart Farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*.
- Saarikoski, H., Åkerman, M., & Primmer, E. (2012). The Challenge of Governance in Regional Forest Planning: An Analysis of Participatory Forest Program Processes in Finland. *Society & Natural Resources*. <https://doi.org/10.1080/08941920.2011.630061>
- Sanford, C. (2017). *The Regenerative Business: Redesign Work, Cultivate Human Potential, and Achieve Extraordinary Outcomes*. Nicholas Brealey.
- Sarku, R., & Ayamga, M. (2025). Is the right going wrong? Analysing digital platformization, data extractivism and surveillance practices in smallholder farming in Ghana. *Information Technology for Development*. <https://doi.org/10.1080/02681102.2024.2447596>
- Schneider, S. (2008). A economia política dos estudos sobre desenvolvimento rural no Brasil. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.103106>
- Souza, F. C., Quiqueto, A. M. B., Lena, M. B. A., Santi, V. J., & Moraes, N. R. (2021). Etnodesenvolvimento e bem viver: concepções e implicações para políticas públicas. *Research, Society and Development*. <https://doi.org/10.33448/RSD-V10I2.12860>
- Sritriratanarak, W., & Garcia, P. (2023). On a Functional Definition of Intelligence [Preprint]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.09546>
- Sternberg, R. J. (2015). Intelligence: Historical and Conceptual Perspectives. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.25015-0>
- Susca, E. (2023). The Smart Society and Its Enemies. Meanings and Limits in the Criticism of Smartness. <https://doi.org/10.36253/smp-15013>
- Suárez Ortiz, E. H., & Le Coq, J. F. (2024). Territorial capacities for the scaling of agroecological innovations. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 14(2). <https://doi.org/10.19053/uptc.20278306.v14.n2.2024.18159>
- Szalai, Á., Varró, K., & Fabula, S. (2021). Towards a multiscale perspective on the prospects of "the actually existing smart village" – a view from Hungary. *Hungarian Geographical Bulletin*, 70(2). <https://doi.org/10.15201/HUNGEOBULL.70.2.1>

- Technische Universität München. (2020). Einfach Bauen 2 – Planen, Bauen, Messen: Pilotprojekte in Bad Aibling. <https://www.arc.ed.tum.de/en/lek/forschung/einfach-bauen-2/>
- Technische Universität München. (2024). Einfach Bauen 3 – Messen, Validieren, Rückkoppeln: Monitoring der Forschungshäuser in Bad Aibling [Relatório técnico].
- Theiner, G. (2017). Groups as Distributed Cognitive Systems. <https://doi.org/10.4324/9781315768571-22>
- Tomaz, C. M. (2026). Dossiê Antropofagia Digital: Monetização do Ódio, Blockchain Emancipatório e Responsabilidade nas Plataformas Web3 [Documento de trabalho não publicado].
- Tomaz, C. M. (2026). Tecnologias Emergentes para Agroecologia: Desenvolvimento Rural Inteligente [Dossiê técnico, versão 2.0, documento de trabalho].
- Tomaz, C. M. (2026). The River Was Never Mine to Control: Grief, agroecology, regenerative finance, invisible labor, and why I am stepping away from the commons I helped build [Memo reflexivo do pesquisador-participante].
- Tomaz, C. M. (2026). What Has to Happen Before Technology Becomes Useful? From agroecology and Web3 experiments in Brazil to coordination commons, P4P, and the capacities that remain [Ensaio de trabalho].
- Valderrama, E., & Polanco, J. A. (2022). Understanding how collaborative governance mediates rural tourism and sustainable territory development: a systematic literature review. *Tourism Recreation Research*. <https://doi.org/10.1080/02508281.2022.2072653>
- Verdonk, T. (2019). Planting the Seeds of Market Power: Digital Agriculture, Farmers' Autonomy, and the Role of Competition Policy. https://doi.org/10.1007/978-94-6265-279-8_7
- Viana Júnior, M. M. (2020). Irrigando a Ditadura: facetas da modernização agrícola no Brasil (1964–1975). *Tempo e Argumento*. <https://doi.org/10.5965/2175180312302020E0209>
- Viana Júnior, M. M. (2021). A Irrigação no Brasil na mira do capital internacional (1964–1975). *Revista de História*. <https://doi.org/10.11606/ISSN.2316-9141.RH.2021.169914>
- Wittman, H., James, D., & Mehrabi, Z. (2020). Advancing food sovereignty through farmer-driven digital agroecology. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 47(3). <https://doi.org/10.7764/IJANR.V47I3.2299>
- Wolf, S. A. (1997). Precision farming: environmental legitimation, commodification of information, and industrial coordination. *Rural Sociology*. <https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.1997.tb00650.x>
- Zhang, Z., & Zhu, L. (2023). A Review on Unmanned Aerial Vehicle Remote Sensing: Platforms, Sensors, Data Processing Methods, and Applications. *Drones*, 7, 398. <https://doi.org/10.3390/drones7060398>
- Beach, D., & Pedersen, R. B. (2019). *Process-Tracing Methods: Foundations and Guidelines* (2nd ed.). University of Michigan Press.
- Bilandzic, M., & Venable, J. (2011). Towards Participatory Action Design Research: Adapting Action Research and Design Science Research Methods for Urban Informatics. *The Journal of Community Informatics*, 7(3). <https://doi.org/10.15353/joci.v7i3.2592>
- Collatto, D. C., Dresch, A., Lacerda, D. P., & Bentz, I. (2018). Is Action Design Research Indeed Necessary? Analysis and Synergies Between Action Research and Design Science Research. *Systemic Practice and Action Research*, 31, 239–267. <https://doi.org/10.1007/s11213-017-9424-9>
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes Júnior, J. A. V. (2015). *Design Science Research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105.
- Iivari, J., & Venable, J. R. (2009). Action research and design science research — Seemingly similar but decisively dissimilar. *Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS)*.
- Jahanyan, S., Azar, A., & Danaee Fard, H. (2012). Utilising multi-aspectual understanding as a framework for ERP success evaluation: A case study. *Journal of Enterprise Information Management*, 25(5). <https://doi.org/10.1108/17410391211265151>
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Persson, J., Hornborg, A., Olsson, L., Thorén, H., & Stenlund, J. (2018). Toward an alternative dialogue between the social and natural sciences. *Ecology and Society*, 23(4), 14. <https://doi.org/10.5751/ES-10498-230414>
- Popa, F., Guillermin, M., & Dedeurwaerdere, T. (2012). Methodological Pluralism in Sustainability Research: A Critical-Reflexive Approach. *SSRN*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.2175085>

Verkerk, M. J. (2014). A philosophy-based 'toolbox' for designing technology: The conceptual power of Dooyeweerdian philosophy. *Koers*, 79(3). <https://doi.org/10.4102/KOERS.V79I3.2164>

Wiegmann, P. M., Talmar, M., & de Nijs, S. B. (2023). Forging a sharper blade: A design science research approach for transition studies. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 48, 100760. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2023.100760>

Wigboldus, S. A., & Jochemsen, H. (2021). Towards an integral perspective on leveraging sustainability transformations using the theory of modal aspects. *Sustainability Science*, 16(3), 869–887. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00851-5>

Nota de estado da pesquisa

A versão 0.9 reorganiza o DRI como programa de pesquisa aplicada e metodologicamente plural. A Design Science Research funciona como espinha dorsal dos ciclos de artefato, tomando Catapan (2024) como antecedente metodológico próximo e mantendo distinção entre viabilidade, validade e impacto. IHMC, cognição situada/distribuída, análise multi-aspectual, Regenerative Development, Holistic Management e 8 Forms of Capital recebem funções e limites explícitos. SFT, commons de coordenação, responsabilidade residual e hipótese profissional do agroecólogo permanecem provisórios. A próxima fase prioriza comparação com modelos existentes, validade de conteúdo, casos contrastantes, process tracing e avaliação longitudinal dos artefatos.