

I N O V A Ç Ã O

T E C N O L Ó G I A

P R O T Ó T I P O

V A L I D A Ç Ã O

# A ESCALA TRL/MRL

ISSN 2674-9521 (*On-line*)  
ISSN 1413-9618 (impresso)  
Dezembro/2022

**A escala TRL/MRL**  
**Níveis de maturidade tecnológica**  
**o que são e para que servem**



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina**  
**Florianópolis**  
**2022**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)  
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502  
CEP 88034-901, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil  
Fone: (48) 3665-5000  
Site: www.epagri.sc.gov.br

Editado pelo Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (Epagri/DEMC)

Autores: Gustavo Henrique Ferrero Klabunde (Organizador), José Pedro Oliveira Rosses, Laerte Reis Terres, Leandro Delalibera Geremias, Henrique Belmonte Petry, Rafael Roveri Sabião, Alexandre Carlos Menezes Netto, Gilcimar Adriano Vogt, Luis Hamilton Pospissil Garbossa, Maykol Ouriques, Cassiano Eduardo Pinto, Leonardo Araújo, Guilherme Mallmann, Guilherme Sabino Rupp, Glaucia de Almeida Padrão, Vagner Miranda Portes, Carlos Edilson Orenha e Enilto de Oliveira Neubert

Editoração técnica: Luiz Augusto Martins Peruch  
Revisão textual: Laertes Rebelo  
Diagramação: Vilton Jorge de Souza  
Capa: Natália da Costa Marchiori  
Distribuição: *On-line*

Primeira edição: dezembro de 2022

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que a fonte seja citada.

#### Ficha catalográfica

Epagri. **A escala TRL/MRL**. Níveis de maturidade tecnológica – o que são e para que servem. Florianópolis, SC: Epagri, 2022. 23p. (Documentos, 356).

*Gestão da pesquisa; ciência.*

ISSN 2674-9521 (*On-line*)

ISSN 1413-9618 (Impresso)



## **APRESENTAÇÃO**

O desenvolvimento do portfólio de soluções tecnológicas da Epagri associado às entregas planejadas nos 400 projetos de pesquisa em execução no ano de 2022 requer a aplicação de metodologias confiáveis para a sistematização e o acompanhamento dos ativos tecnológicos da Empresa. Sem um método apropriado, torna-se difícil uniformizar os processos relacionados à gestão tecnológica para a busca por modelos de negócios e auxiliar as unidades a gerir os ativos tecnológicos da Empresa de modo organizado e eficiente.

Assim, como estratégia para a definição da maturidade das suas tecnologias neste contexto, a Epagri assumiu o desafio de adotar a metodologia TRL/MRL. Com recursos captados junto à Fapesc (edital de apoio aos Núcleos de Inovação Tecnológica – NITs, de Santa Catarina), a Empresa capacitou técnicos nos conceitos dessa metodologia e criou uma Comissão Técnica a fim de articular e acelerar a implantação do novo sistema.

Esse documento tem como objetivo orientar os envolvidos com as atividades de CT&I da Epagri em relação aos níveis de maturidade das diferentes categorias de tecnologias desenvolvidas pela Empresa, permitindo exercitar a métrica. Para melhor aproveitá-la, os atores envolvidos no planejamento e na gestão de ativos na Empresa precisam conhecer com precisão os conceitos sobre os quais a metodologia se fundamenta. Além disso, é necessário que se adotem critérios rigorosos durante seu uso e aplicação, evitando utilizá-la fora do contexto.

Vale lembrar que eventuais dúvidas e/ou sugestões para aperfeiçoar o processo de implantação da métrica de avaliação da maturidade dos desenvolvimentos tecnológicos da Epagri serão bem-vindas.

A Diretoria Executiva

# Sumário

<b>Introdução</b> .....	5
<b>1 Níveis de prontidão tecnológica das tecnologias da Epagri</b> .....	6
1.1 Definições de ambientes .....	7
<b>2 Tecnologias da Epagri</b> .....	7
2.1 Conceito de tecnologia no âmbito da Epagri.....	7
2.2 Categorias de tecnologias desenvolvidas pela Epagri .....	7
<b>3 Enquadramento das tecnologias da Epagri conforme sua prontidão tecnológica</b> .....	8
3.1 Cultivar gerado e registrado .....	8
3.2 Equipamento .....	9
3.3 Estirpe.....	10
3.4 Insumo.....	11
3.5 Metodologia .....	12
3.6 Software .....	13
3.7 Sistema para produção agropecuária, aquícola ou industrial .....	14
3.8 Raça/Linhagem.....	15
3.9 Processo agroindustrial .....	16
3.10 Prática agropecuária ou aquícola .....	18
3.11. Mapeamento / Zoneamento .....	19
<b>4 Considerações finais</b> .....	20
<b>Referências</b> .....	21
<b>Glossário</b> .....	21

## Introdução

A metodologia de avaliação dos Níveis de Prontidão Tecnológica ou *Technology Readiness Levels/Manufacturing Readiness Levels* (TRL/MRL) é um sistema numérico desenvolvido para o acompanhamento da maturidade de tecnologias durante seu desenvolvimento (MANKINS, 1995). Ela consiste em uma escala customizável de nove etapas que partem da ideação da tecnologia, passando pelas etapas de ensaios laboratoriais, validações, até a tecnologia estar pronta e em uso pelo público-alvo, tornando-se assim uma inovação tecnológica (Figura 1).

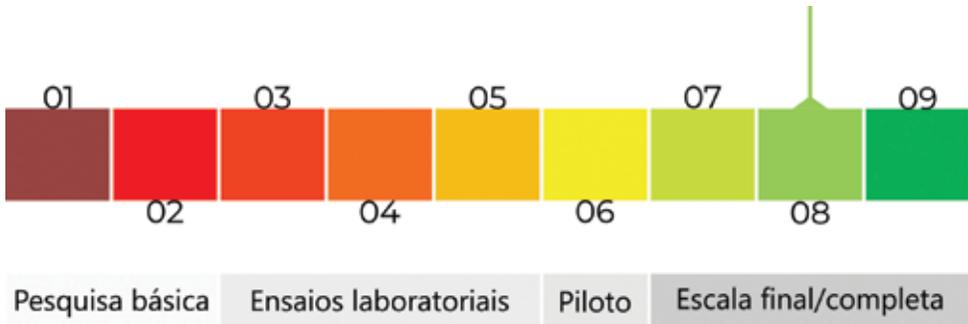


Figura 1. Diagrama representando o fluxo da maturidade de uma tecnologia dentro da escala TRL

Autora: Natália da Costa Marchiori

A aplicação desta metodologia cria uma linguagem única para a comparação da maturidade entre diferentes classes de tecnologias, como os distintos tipos de tecnologias trabalhadas pela Epagri. Outra vantagem da métrica TRL é fornecer informações sobre o quão pronta está uma tecnologia para os públicos que não estão diretamente envolvidos em seu desenvolvimento. Desta forma, gestores, agências de fomento, tomadores de decisão e potenciais parceiros externos, como empresas privadas e *startups*, possuirão subsídios necessários para a alocação de recursos, distribuição de fomento e celebração de acordos de PD&I dentro de uma ótica de inovação. Compreendendo e trabalhando a inovação como um processo descentralizado, plural, contínuo, aberto e estrategicamente coerente com premissas, missão, objetivos, visão e valores institucionais. A utilização desta metodologia desde a ideação dos projetos tende a qualificá-los, a comprometê-los de forma objetiva com resultados que possam ser adotados pela sociedade, além de facilitar a avaliação e o acompanhamento da execução das propostas.

# 1 Níveis de prontidão tecnológica<sup>1</sup> das tecnologias da Epagri

O desenvolvimento de tecnologias para os meios rural e pesqueiro está na missão da Epagri. Desde sua criação até o momento atual, a Empresa disponibilizou à sociedade mais de 450 tecnologias divididas em 11 distintas categorias. Este elevado portfólio de soluções tecnológicas, associado às entregas previstas nos 400 projetos de pesquisa em execução na Epagri, requer a aplicação de metodologias para a sistematização e o acompanhamento dos ativos tecnológicos da Empresa.

Assim, a Epagri passa a adotar a metodologia TRL/MRL para a definição da maturidade das suas tecnologias. Neste contexto, objetivando dar suporte ao enquadramento das tecnologias geradas, em desenvolvimento ou aos demais ativos tecnológicos, as 11 categorias de tecnologias da Epagri foram enquadradas na escala TRL, respeitando as particularidades das atividades desenvolvidas pela Empresa. Para tal construção, também foram utilizadas as definições das instituições que já aplicam esta metodologia para disponibilização de fomento, como a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) (Tabela 1).

Tabela 1. Definições das etapas de maturidade de uma tecnologia pela escala TRL (Mankins, 1995; ABNT NBR ISO 16290: 2015)

	Nível de maturidade tecnológica	Escala	Ambiente*	Descrição
Ideação e projeto	TRL1	Conceitual	Teórico	Princípios básicos observados e reportados
	TRL2	Conceitual	Teórico	Formulação de conceitos tecnológicos e/ou de aplicação
Experimentação e Ajustes	TRL3	Laboratório	Controlado/Monitorado	Estabelecimento de função crítica de forma analítica ou experimental e/ou prova de conceito
	TRL4	Laboratório	Controlado/Monitorado	Validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório
	TRL5	Laboratório	Relevante	Validação das funções críticas dos componentes em ambiente relevante
	TRL6	Piloto	Relevante	Demonstração de funções críticas do protótipo em ambiente relevante
Sistema pronto e certificado	TRL7	Completa	Operacional	Demonstração de protótipo do sistema em ambiente operacional
	TRL8	Completa	Operacional	Sistema qualificado e finalizado
	TRL9	Completa	Operacional	Sistema operando e comprovado em todos os aspectos de sua missão operacional

\*Conforme item 2.1

<sup>1</sup>Prontidão Tecnológica: nível atual de desenvolvimento de determinada tecnologia, visando alinhar requisitos de projeto, com planejamento de recurso necessário e níveis de risco para seu desenvolvimento.

## 1.1 Definições de ambientes

**1.1.1 Ambiente teórico** – Ambiente de planejamento caracterizado pelo desenvolvimento da ideia, concepção e aprovação interna do projeto de pesquisa.

**1.1.2 Ambiente controlado/monitorado (ambiente de laboratório)** – Estruturas de pesquisa que permitam maior e melhor supervisão, monitoramento e/ou controle do ambiente de execução do experimento. Locais sob manejo e supervisão constante da equipe de pesquisa e de apoio da empresa.

**1.1.3 Ambiente relevante** – Ambientes externos (campo) com supervisão periódica de técnicos da empresa. Estruturas externas para a condução de determinadas etapas de pesquisa agropecuária/extensão rural e pesqueira. Exemplo: Propriedades onde ocorrem ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCUs).

**1.1.4 Ambiente operacional** – Ambiente que representa a realidade da cadeia produtiva e/ou administrado predominantemente pelo setor produtivo.

## 2 Tecnologias da Epagri

### 2.1 Conceito de tecnologia no âmbito da Epagri

Tecnologia é um produto da ciência inédito, adaptado ou aperfeiçoado que envolve um conjunto de instrumentos, métodos e técnicas para a resolução de problemas ou a geração de oportunidades, resultando em melhorias e em efetivo ganho de qualidade, desempenho e/ou sustentabilidade.

### 2.2 Categorias de tecnologias desenvolvidas pela Epagri

- Cultivar gerado e registrado;
- Insumo;
- Sistema para produção agropecuária, aquícola ou industrial;
- Processo agroindustrial;
- Equipamento;
- Metodologia;
- Raça / Linhagem;
- Prática agropecuária ou aquícola;
- Estirpe;
- Software;
- Mapeamento / Zoneamento.

## 3 Enquadramento das tecnologias da Epagri conforme sua prontidão tecnológica

### 3.1 Cultivar gerado e registrado

#### Definição da tecnologia

Variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior, gerada e registrada pela Epagri, que seja claramente distinguível de outros cultivares, que seja homogênea e estável quanto aos descritores através de gerações sucessivas, bem como a linhagem componente de híbridos. Exemplos: SCS378 Galega - cultivar de cebola, SCS122 Miura - cultivar de arroz irrigado e SCS205 Riqueza - cultivar de feijão.

#### Níveis de prontidão tecnológica

##### Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)

**TRL1** – Levantamento de demandas do setor produtivo. Possibilidade teórica da geração do cultivar com diferencial para o mercado. Programa de melhoramento genético com estrutura disponível e domínio dos métodos de melhoramento a serem utilizados;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento. Estratégia de melhoramento genético definida. Formalização de contratos de desenvolvimentos com parceiros;

##### Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6

**TRL3** – Etapa de Pré-Melhoramento (coleta, intercâmbio, multiplicação e caracterização de germoplasma em coleções ou Bancos Ativos de Germoplasma – BAGs). Realização de hibridações ou de técnicas auxiliares de geração de variabilidade genética, seguido de seleção com base em descritores;

**TRL4** – Avaliação em menor escala e seleção dos genótipos obtidos para determinadas características agronômicas como resistência a pragas e doenças;

**TRL5** – Avaliação e seleção das características agronômicas desejadas no material obtido em condições controladas de campo – Estações Experimentais/Unidades de observação;

**TRL6** – Avaliação e seleção das características agronômicas desejadas no material obtido em condições de campo a nível comercial (espaçamento, tratamentos fitossanitários, outros). Nesta etapa é altamente recomendável a parceria com produtores rurais ou outros para que os novos materiais possam ser avaliados em distintas condições ambientais;

## **Final/Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Realização de ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), Distinguilidade, Homogeneidade e Estabilidade (DHE) ou semelhante para as culturas pertinentes em nível comercial nas regiões onde se pretende recomendar o material. Realização de registro pré-comercial (RNC – Mapa);

**TRL8** – Cultivar registrado (RNC – Mapa) e/ou protegido (SNPC – Mapa). Disponibilização de publicação para ampla divulgação do cultivar. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri. Lançamento do cultivar;

**TRL9** – Cultivar licenciado ou cedido e em utilização pela cadeia produtiva. Monitoramento da adoção.

## **3.2 Equipamento**

### **Definição da tecnologia**

Máquina, implemento, ferramenta ou instalação desenvolvida, adaptada ou aperfeiçoada pela Epagri e indicada para uso em atividades agropecuárias ou pesqueiras. Exemplos: Equipamento para plantio direto de cebola, plataforma automatizada de monitoramento de colmeias e desagregadora de mexilhões.

### **Níveis de prontidão tecnológica**

#### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação de determinado problema do setor produtivo que pode ser resolvido pelo uso de novo equipamento ou adaptação de um já existente. Revisão do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento;

#### **\*Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Comprovação do conceito do equipamento por meio de testes de laboratório dos componentes isolados (Exemplos: sensores, painel de controle, peças);

**TRL4** – Construção do protótipo e validação funcional dos componentes em ambiente de laboratório;

**TRL5** – Validação das funções críticas dos componentes em ambiente relevante controlado;

**TRL6** – Demonstração das funções críticas do protótipo do equipamento em ambiente relevante;

#### **\*Final / Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Protótipo do equipamento finalizado, qualificado e demonstrado em ambiente operacional;

**TRL8** – Proceder registro de patente de invenção ou modelo de utilidade junto ao INPI em caso de patenteabilidade. Homologação do equipamento junto a órgãos competentes. Publicação e ampla divulgação da tecnologia. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Equipamento licenciado ou cedido e em uso pelo setor produtivo. Monitoramento da adoção da tecnologia.

\*Caso o equipamento possua potencial de patenteabilidade, não divulgar parte ou todo da invenção anteriormente a 12 (doze) meses do depósito do pedido de patente no Brasil junto ao INPI (Lei federal nº 9.279, de 1996), o “período de graça”. Se houver interesse de transferência de tecnologia em âmbito internacional, não divulgar antes do depósito do pedido de patente, pois a legislação de alguns países não prevê o “período de graça”. Além disso, se a tecnologia foi desenvolvida de forma conjunta com um parceiro, devem ser observadas as cláusulas específicas do acordo de parceria para PD&I, bem como a política de inovação das partes.

### **3.3 Estirpe**

#### **Definição da tecnologia**

Cepa de microrganismo isolada, identificada, caracterizada e selecionada pela Epagri e indicada para a atividade agropecuária e agroindustrial. Exemplos: rizóbio para trevo-branco e trevo-vermelho.

#### **Níveis de prontidão tecnológica**

##### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação de determinado problema do setor produtivo que pode ser resolvido ou melhorado pelo desenvolvimento de uma nova estirpe. Revisão do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento, com atenção especial aos protocolos oficiais de avaliação da viabilidade e eficiência agrônômica (Mapa). Cadastro de projeto no SisGen em adequação a Lei federal nº13.123, de 2015;

## **Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Acesso/prospecção e caracterização inicial do material genético, incluindo análises genéticas e microbiológicas básicas;

**TRL4** – Instalação de ensaios/experimentos em ambiente controlado/monitorado visando selecionar isolados com características agrônomicas desejadas;

**TRL5** – Validação de isolados quanto ao potencial agrônomico em ambiente relevante controlado;

**TRL6** – Validação das funções críticas dos isolados com aplicação de produto comercial em ambiente relevante;

## **Final/Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Estirpe finalizada em sua formulação final e demonstrada em ambiente operacional final;

**TRL8** – Registro da estirpe junto a órgãos competentes. Publicação e ampla divulgação da tecnologia. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Estirpe licenciada ou cedida e em uso pela cadeia produtiva. Monitoramento da adoção da tecnologia.

## **3.4 Insumo**

### **Definição da tecnologia**

Produto de origem orgânica, biológica ou química, desenvolvido, adaptado ou aperfeiçoado pela Epagri e indicado para uso em atividades agropecuárias e agroindustriais. Exemplos: produto de controle biológico, fertilizante, corretivo, remineralizador, substrato, inoculante, ração, vacina, meio de cultura e soro.

### **Níveis de prontidão tecnológica**

#### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação de determinado problema do setor produtivo que pode ser resolvido ou melhorado pelo uso de um novo insumo ou adaptação de um existente. Revisão do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento, com atenção especial aos requisitos necessários para o registro futuro do insumo junto ao Mapa;

## **Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Instalação de ensaios/experimentos sobre os componentes, interação, estabilidade e forma de obtenção do insumo;

**TRL4** – Instalação de ensaios/experimentos para a seleção de formulações em ambiente controlado;

**TRL5** – Validação de formulações em ambiente relevante controlado;

**TRL6** – Validação dos aspectos críticos do insumo para as culturas-alvo em ambiente relevante;

## **Final / Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Insumo em sua formulação final demonstrado pelo setor produtivo;

**TRL8** – Registro do insumo junto a órgãos competentes (Exemplo: Remineralizador de solo registrado pelo Mapa). Publicação e ampla divulgação da tecnologia. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Insumo licenciado ou cedido em utilização pela cadeia produtiva. Monitoramento da adoção da tecnologia.

## **3.5 Metodologia**

### **Definição da tecnologia**

Regras, normas ou procedimentos utilizados para atingir determinado resultado ou conhecimento que possa ser replicada com exatidão, seja nova ou que apresente vantagem em relação à metodologia-padrão. Exemplos: métodos de análise, procedimentos de laboratório, formas de diagnóstico e métodos de pesquisa.

### **Níveis de prontidão tecnológica**

#### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação de determinado problema do setor produtivo que pode ser resolvido ou melhorado pela adoção de uma nova metodologia ou adaptação de uma já existente. Revisão do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento;

## **Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Instalação e condução de ensaios/experimentos visando selecionar os passos/procedimentos mais eficientes da metodologia em construção;

**TRL4** – Validação dos passos/procedimentos metodológicos em ambiente controlado/monitorado;

**TRL5** – Validação dos passos/procedimentos metodológicos em ambiente relevante;

**TRL6** – Validação da metodologia completa em ambientes relevantes, com atenção à exatidão e reprodutibilidade;

## **Final / Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Metodologia finalizada. Demonstração da metodologia completa em ambiente operacional;

**TRL8** – Publicação e ampla divulgação da metodologia. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Metodologia em uso pelo setor produtivo. Monitoramento da adoção da tecnologia.

## **3.6 Software**

### **Definição da tecnologia**

Programa de computador, website ou aplicativo para dispositivo móvel (App) desenvolvido pela Epagri, que possa ser utilizado na agropecuária e na preservação dos recursos ambientais e possua código-fonte escrito em linguagem de programação ou arquivo executável.

### **Níveis de prontidão tecnológica**

#### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação de determinado problema do setor produtivo que pode ser resolvido pela criação de um novo software, adaptação de existente ou criação de nova rotina computacional. Revisão do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento. Definição de requisitos para a tecnologia (documentos de visão);

### **Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Protótipo bem definido com base nos requisitos. Análise das funções da tecnologia;

**TRL4** – Validação das rotinas/funcionalidades não necessariamente interligadas;

**TRL5** – Testes da tecnologia em ambiente controlado (ambiente de homologação);

**TRL6** – Testes da tecnologia em ambiente relevante (ambiente de produção);

### **Final/Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Protótipo pronto e validado pelo setor produtivo após correções e adaptações finais;

**TRL8** – Registro do programa de computador junto ao INPI, quando for o caso. Publicação e ampla disponibilização. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Software/aplicativo livre (gratuito) ou proprietário (licenciado) em uso pelo setor produtivo. Website disponível sendo hospedado na Epagri ou em meio privado através de instrumento jurídico pertinente. Monitoramento da adoção da tecnologia.

## **3.7 Sistema para produção agropecuária, aquícola ou industrial**

### **Definição da tecnologia**

Conjunto de etapas de um sistema para produção vegetal, animal e agroindustrial. Exemplos: monocultivo de tilápia em viveiro escavado, produção de cebola em sistema orgânico, sistema de plantio direto, sucessão ou consorciação, sistema integrado de produção agropecuária e sistema automatizado para a produção de compostos biofertilizantes.

### **Níveis de prontidão tecnológica**

#### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação da necessidade de organizar o conjunto de práticas/recomendações técnicas desenvolvidas e recomendadas pela Epagri para a produção de determinada cultura. Levantamento do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa/indicador concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento;

### **Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Instalação de ensaios/experimentos para a seleção do conjunto de práticas mais eficientes;

**TRL4** – Validação de determinadas práticas do sistema de produção em condições controladas (Laboratórios/Casas de vegetação/Campos experimentais da Epagri);

**TRL5** – Validação de determinadas práticas do sistema de produção em ambiente relevante (URTs/produtores parceiros);

**TRL6** – Demonstração do sistema de produção completo em ambiente relevante (URTs/ produtores parceiros);

### **Final/Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Sistema de produção finalizado com demonstrações de adoção pela cadeia produtiva;

**TRL8** – Sistema de produção certificado por parte competente quando for o caso de produção integrada ou orgânica. Publicação e ampla disponibilização do sistema de produção. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Sistema para produção agropecuária, aquícola ou industrial em uso pelo setor produtivo. Monitoramento da adoção da tecnologia.

## **3.8 Raça/Linhagem**

### **Definição da tecnologia**

Grupo de animais de uma mesma espécie ou híbrido, com características zootécnicas de interesse comercial fixadas e com ganho genético em relação a seus antepassados, resultante de processo de melhoramento que possam ser transmitidas de maneira uniforme de uma geração para outra. Exemplo: linhagem de tilápia-do-nilo GIFT-Epagri SC03.

### **Níveis de prontidão tecnológica**

#### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação da necessidade de desenvolvimento de nova linhagem com característica(s) zootécnica(s) superior(es) às existentes no mercado. Levantamento do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento. Aprovação do projeto na Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA – Epagri). Estratégia de melhoramento genético definida. Cadastro de projeto no SisGen em adequação a Lei federal nº13.123, de 2015;

## **Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Etapa de Pré-Melhoramento (coleta, intercâmbio, multiplicação e caracterização de material genético). Realização de hibridações ou de técnicas auxiliares de geração de variabilidade genética, seguidas de seleção com base em parâmetros zootécnicos;

**TRL4** – Realização de cruzamentos/seleções e avaliação das melhores famílias, em ambiente controlado considerando o(s) componente(s) crítico(s) definido(s);

**TRL5** – Avaliação e seleção das famílias promissoras em ambientes relevantes. Avaliação das interações genótipo x ambiente. Avaliação de desempenho zootécnico e de indústria;

**TRL6** – Avaliação da seleção final em ambiente produtivo/industrial;

## **Final/Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Raça/Linhagem finalizada, demonstrada e qualificada pelo setor produtivo/industrial;

**TRL8** – Publicação e ampla divulgação da raça/linhagem. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Raça/Linhagem licenciada ou cedida e em utilização pela cadeia produtiva. Monitoramento da adoção.

## **3.9 Processo agroindustrial**

### **Definição da tecnologia**

Procedimento inédito, adaptado ou aperfeiçoado utilizado para a agregação de valores e/ou geração de produtos a partir de matérias-primas provenientes da agropecuária e da pesca. O processo agroindustrial é uma etapa de um sistema. Exemplos: processo para produção de bebidas, alimentos, embutidos e embalagens.

### **Níveis de prontidão tecnológica**

#### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação de determinado problema agroindustrial que pode ser resolvido ou melhorado pela adoção de um novo processo ou adaptação de um processo existente. Revisão do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento;

### **\*Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Instalação e condução de ensaios/experimentos visando selecionar as etapas isoladas mais eficientes do processo agroindustrial;

**TRL4** – Validação das etapas do processo agroindustrial em ambiente controlado (Laboratórios/Centros de Treinamento da Epagri);

**TRL5** – Validação das etapas do processo agroindustrial em ambiente relevante controlado;

**TRL6** – Validação do processo agroindustrial completo, em ambiente relevante;

### **\*Final/Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Processo agroindustrial finalizado. Demonstração em ambiente operacional;

**TRL8** – Atendimento a normas e legislações de alimentos. Publicação e ampla divulgação do processo agroindustrial. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Processo agroindustrial em uso pelo setor produtivo. Monitoramento da adoção da tecnologia.

\*Caso o processo possua potencial de patenteabilidade, não divulgar parte ou todo da invenção anteriormente a 12 (doze) meses do depósito do pedido de patente no Brasil junto ao INPI (Lei federal nº 9.279, de 1996), o “período de graça”. Se houver interesse de transferência de tecnologia em âmbito internacional, não divulgar antes do depósito do pedido de patente, pois a legislação de alguns países não prevê o “período de graça”. Além disso, se a tecnologia foi desenvolvida de forma conjunta com um parceiro, devem ser observadas as cláusulas específicas do acordo de parceria para PD&I, bem como a política de inovação das partes.

### 3.10 Prática agropecuária ou aquícola

#### Definição da tecnologia

Etapa de um processo produtivo que apresenta vantagem social, econômica ou ambiental, na forma de produzir determinada cultura ou criação. Exemplos: preparo do solo, adubação, poda, controle de pragas, controle de doenças e controle de enfermidades de animais.

#### Níveis de prontidão tecnológica:

##### Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)

**TRL1** – Identificação de determinado problema do setor produtivo que pode ser resolvido ou melhorado pela adoção de uma nova prática agropecuária ou aquícola ou adaptação de já existente. Revisão do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento;

##### Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6

**TRL3** – Instalação e condução de ensaios/experimentos visando selecionar a variação do processo produtivo que melhor se adequa ao sistema de produção;

**TRL4** – Validação da variação selecionada em ambiente controlado;

**TRL5** – Validação da variação selecionada em ambiente relevante;

**TRL6** – Validação da prática agropecuária ou aquícola dentro do sistema de produção, em ambiente relevante;

##### Final / Completa (TRL7 a TRL9)

**TRL7** – Prática agropecuária ou aquícola finalizada. Demonstração em ambiente operacional;

**TRL8** – Publicação e ampla disponibilização da prática agropecuária ou aquícola. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Prática agropecuária ou aquícola em uso pelo setor produtivo. Monitoramento da adoção da tecnologia.

### 3.11. Mapeamento / Zoneamento

#### **Definição da tecnologia:**

Desenvolvimento, aprimoramento e aplicação de novos procedimentos para mapeamento e/ou zoneamento de atividades agropecuárias com vistas ao desenvolvimento rural, ganho de produtividade, qualidade e proteção dos recursos ambientais.

#### **Níveis de prontidão tecnológica:**

##### **Ideação e projeto de pesquisa (TRL1 e TRL2)**

**TRL1** – Identificação da necessidade de elaboração de mapeamento ou zoneamento agrícola com objetivo de atender determinada lacuna/demanda do setor produtivo. Revisão do estado da arte em literatura especializada;

**TRL2** – Projeto de pesquisa concebido e aprovado internamente na Epagri ou junto a parceiros ou órgãos externos de financiamento;

##### **Laboratório (TRL3 a TRL5), Piloto TRL6**

**TRL3** – Realização de expedições de campo para levantamento de informações. Aquisição de dados de imagens de satélite, drones/vants, sensoriamento remoto e de dados climáticos;

**TRL4** – Elaboração de modelos de risco climático e mapas preliminares;

**TRL5** – Validação das informações geradas em ambiente relevante;

**TRL6** – Demonstração dos aspectos críticos do Mapeamento / Zoneamento em ambiente relevante;

##### **Final / Completa (TRL7 a TRL9)**

**TRL7** – Mapeamento / Zoneamento concluído em sua forma final e utilizado pelo setor produtivo;

**TRL8** – Validação do Mapeamento / Zoneamento junto ao MAPA, quando for o caso. Publicação e ampla divulgação. Certificação da tecnologia junto ao NIT Epagri;

**TRL9** – Utilização do Mapeamento / Zoneamento pelo setor produtivo. Monitoramento da adoção da tecnologia.

## 4 Considerações finais

As métricas de avaliação de maturidade tecnológica são customizáveis, dinâmicas e devem ser adequadas à realidade organizacional. A efetiva implantação e gestão da métrica dentro de uma organização dependem de uma série de fatores como: estabelecimento de fluxos de trabalho; estabelecimento de critérios técnicos factíveis para a evolução das tecnologias dentro da métrica; disponibilidade de sistemas de informação (calculadoras de TRL) para a gestão da métrica; criação da cultura da inovação e maturidade tecnológica dentro da corporação e constante consulta e envolvimento de todos que compartilham os processos de PD&I dentro da Epagri. Assim, a métrica de maturidade tecnológica alcançará seus objetivos propostos, auxiliando efetivamente o processo de inovação dentro da empresa.

Desta forma, este material servirá como subsídio inicial para a criação da cultura das métricas de maturidade tecnológica dentro da Epagri, permitindo iniciar a implantação desta metodologia no processo de inovação da empresa.

Os players dos ecossistemas de inovação dos quais a Epagri participa, sobretudo as agências de fomento, outros NITs e parceiros, cada vez mais estão utilizando a métrica TRL para a prospecção, gestão da propriedade intelectual e transferência de tecnologias. A Epagri, como integrante do Sistema Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação de Santa Catarina, deve se adaptar a essa realidade e cultura, no arcabouço da inovação tecnológica, internalizando essa métrica.

Com a implantação de metodologias de gestão da propriedade intelectual a Epagri se adequa aos novos desafios propostos nas Chamadas Públicas de fomento, buscando estar apta à captação de recursos para o desenvolvimento de projetos de CT&I. Também, almeja estar preparada para efetivar parcerias complementares e sinérgicas visando ao desenvolvimento rural sustentável de Santa Catarina.

## Referências

ABNT **NBR ISO 16290:2015** - Space systems — Definition of the Technology Readiness Levels (TRL) and their criteria of assessment, 2015, 15p.

MANKINS, J.C. **Technology Readiness Levels: A White Paper**. Office of Space Access and Technology. NASA. Disponível em: [http://www.artemisinnovation.com/images/TRL\\_White\\_Paper\\_2004-Edited.pdf](http://www.artemisinnovation.com/images/TRL_White_Paper_2004-Edited.pdf). Acesso em: 10 jun. 2022.

## Glossário

App - Aplicativo

BAG - Banco ativo de Germoplasma

CEUA – Comitê de Ética no Uso de Animais

CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação

Demonstração – Apresentação do ativo tecnológico finalizado

Embrapii – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

Finep --Financiadora de Estudos e Projetos

GIFT – *Genetically Improved Farmed Tilapia*

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MRL – *Manufacturing Readiness Levels*

NPT – Níveis de Prontidão Tecnológica

NIT – Núcleo de Inovação Tecnológica

RNC – Registro Nacional de Cultivares

SNPC – Serviço Nacional de Proteção de Cultivares

SisGen – Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado

TRL – *Technology Readiness Levels*

URT – Unidade de Referência Tecnológica

Validação – Etapa do processo de inovação que visa comprovar a eficiência de parte ou de todo o ativo tecnológico em desenvolvimento

VCU – Ensaio de Valor de Cultivo e Uso



**Conheça as nossas tecnologias**



[www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)



[www.youtube.com/epagritv](http://www.youtube.com/epagritv)



[www.facebook.com/epagri](http://www.facebook.com/epagri)



[www.twitter.com/epagrioficial](http://www.twitter.com/epagrioficial)



[www.instagram.com/epagri](http://www.instagram.com/epagri)



[linkedin.com/company/epagri](http://linkedin.com/company/epagri)



<http://publicacoes.epagri.sc.gov.br>