

**CHAMADA Nº 22/2024**

Programa Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – PNP&amp;D/Café

**CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ**

Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação para a cafeicultura brasileira

**ANEXO III – PD&I****APLICAÇÃO DA ESCALA TRL/MRL PARA O  
DESENVOLVIMENTO DE ATIVOS TECNOLÓGICOS****1. INTRODUÇÃO**

A escala de níveis de maturidade tecnológica, escala TRL/MRL - do inglês Technology Readiness Levels / Manufacturing Readiness Levels (Mankins, 1995), permite o acompanhamento de ativos tecnológicos durante os processos de pesquisa, desenvolvimento e validação, bem como possibilita comparação direta entre ativos. A correta aplicação desta escala facilita o entendimento entre gestores, equipes internas e parceiros externos, sobre a fase de desenvolvimento de determinado ativo. Adicionalmente, permite identificar e definir os esforços e recursos necessários para o codesenvolvimento ou a cocriação de tecnologias, além de oportunidades de negócios e transferência (Lavoie & Daim, 2017). Internacionalmente, a escala TRL/MRL é amplamente difundida e utilizada pelas mais diversas instituições de pesquisa e desenvolvimento tecnológico (Mankins, 2009), embora no contexto agropecuário e agroindustrial, sua aplicação ainda seja recente (BIRAC, 2020).

**2. A ESCALA TRL/MRL E COEFICIENTES TÉCNICOS**

A escala TRL/MRL é utilizada para se avaliar tecnicamente uma tecnologia e enquadrá-la em Níveis de Maturidade Tecnológica. TRLs - Technology Readiness Levels - referem-se aos níveis de maturidade de um produto (ativo tangível), enquanto MRLs - Manufacturing Readiness Levels - são adotadas para designar os níveis de maturidade de um processo de produção (ativo intangível). Assim, as TRLs e MRLs indicam o quão pronto se encontra o desenvolvimento de produtos e processos. Na Tabela 1 é apresentada a escala padrão de TRLs/MRLs, em que TRLs e MRLs são subdivididos em escala de 1 a 9.

**Tabela 1.** Definições padrão das escalas de maturidade tecnológica (ISO/FDIS 16290: 2013; Mankins, 1995; ABNT NBR ISO 16290: 2015).

Nível	Definição síntese	Escala	Características principais do nível de maturidade tecnológica
1	Ideação	TRL	Princípios básicos observados e reportados
		MRL	Princípios básicos observados e reportados
2	Concepção	TRL	Concepção tecnológica e/ou aplicação formulada
		MRL	Conceito de manufatura definido
3	Prova de Conceito	TRL	Prova de conceito de funções críticas de forma analítica ou experimental
		MRL	Processo de manufatura demonstrado (fazer funcionar)

4	Otimização	TRL	Validação, em ambiente de laboratório, de componentes ou arranjos experimentais básicos de laboratório
		MRL	Capacidade de produzir a tecnologia em ambiente laboratorial (fazer funcionar apropriadamente)
5	Prototipagem	TRL	Validação, em ambiente relevante, de componentes ou arranjos experimentais com configurações físicas finais
		MRL	Capacidade de produzir protótipo do componente do produto em ambiente relevante de produção
6	Escalonamento	TRL	Modelo do sistema/subsistema ou protótipo de demonstração em ambiente relevante
		MRL	Capacidade de produzir o produto ou seus subconjuntos em ambiente relevante de produção. A tecnologia está em fase de testes sem alcançar a escala final
7	Demonstração em ambiente operacional	TRL	Protótipo demonstrador do sistema em ambiente operacional
		MRL	Capacidade de produzir o produto ou seus subconjuntos em ambiente representativo de produção. Pode incluir testes operacionais e testes de fabricação, mas é testado usando modelos/simuladores inativos compatíveis com o produto final
8	Produção	TRL	Sistema completo, testado, qualificado e demonstrado
		MRL	Implementação da produção e minimização dos custos
9	Produção continuada	TRL	Sistema operado em todas as condições, extensão e alcance
		MRL	Uso do produto em todo seu alcance e quantidade Produção Estabelecida

## 2.1. Descrição da escala TRL/MRL aplicada aos ativos tecnológicos gerados em projetos de PD&I

Com base nas definições originais (ISO/FDIS 16290, 2013; Mankins, 1995) e sintetizadas na Tabela 1, os níveis da escala TRL/MRL são contextualizados e aplicados aos ativos tecnológicos gerados em projetos de PD&I conforme descrito a seguir:

- ✓ **TRL/MRL 1:** é formulada a hipótese de aplicação da tecnologia. Ou seja, corresponde à etapa de ideação, quando os princípios básicos são observados e reportados;
- ✓ **TRL/MRL 2:** ocorre a concepção teórica da tecnologia, onde a hipótese formulada anteriormente (TRL/MRL 1) é descrita detalhadamente. É feita a descrição teórica do produto ou processo planejado, os seus benefícios e diferenciais em comparação com as tecnologias existentes, onde se aplica e qual o público-alvo;
- ✓ **TRL/MRL 3:** é a etapa onde são realizados os primeiros testes experimentais e é feita a prova de conceito (Ex: demonstração de função in vitro ou em organismos modelos). O ativo tecnológico apresenta-se como componentes físicos em configuração básica (Ex: gene candidato; antígeno; população de melhoramento; cepas de bactérias inoculantes; amostras biológicas caracterizadas; componente de sensor reunido; época de poda; período de semeadura; doses de extratos vegetais; amostra de óleos essenciais) e é testado em ambiente simulado (Ex: laboratório; testes in vitro; casa de vegetação; câmara de crescimento; ambiente gráfico-computacional) quanto à(s) sua(s) função(es) principal(is). A

TRL/MRL 3 é alcançada quando a hipótese de aplicação da tecnologia é demonstrada experimentalmente, ainda que com baixa performance/desempenho ( $CTA < CTR$  – vide item 2.2);

✓ **TRL/MRL 4:** o ativo tecnológico apresenta-se como componentes físicos em configuração básica (Ex: gene candidato; antígeno; população de melhoramento; cepas de bactérias inoculantes; amostras biológicas caracterizadas; componente de sensor reunido; época de poda; período de semeadura; doses de extratos vegetais; amostra de óleos essenciais) e é testado em ambiente simulado (Ex: laboratório; testes in vitro; casa de vegetação; câmara de crescimento; ambiente gráfico-computacional) quanto à(s) sua(s) função(es) principal(is). Nesta etapa, ocorre a otimização da tecnologia proposta, com ganho de performance ( $CTA \geq CTR$  – vide seção 2.2), ainda que em ambiente simulado;

✓ **TRL/MRL 5:** o ativo tecnológico tem seu desempenho validado ( $CTA \geq CTR$  – vide seção 2.2) pela primeira vez em ambiente relevante (Ex: campo experimental; montagem dos componentes em laboratório ou unidade piloto; centrais de inseminação; biorreator; testes em câmara fria; estufas agrícolas) em um modelo similar ao produto/processo final, protótipo (Ex: genótipo elite; linhagem homocigota; versão alfa de software; processo de obtenção ou de produção; predador ou parasitoide selecionado);

✓ **TRL/MRL 6:** é a etapa do escalonamento do ativo tecnológico, com produção de várias unidades modelo para operacionalização, demonstração e/ou validação de desempenho ( $CTA \geq CTR$  – vide seção 2.2) em ambiente relevante (Ex: campo experimental; montagem dos componentes em laboratório ou unidade piloto; centrais de inseminação; biorreator; câmara fria; estufas agrícolas). O ativo tecnológico está em fase de testes sem alcançar a escala final;

✓ **TRL/MRL 7:** o ativo tecnológico é demonstrado e tem o desempenho validado ( $CTA \geq CTR$  – vide seção 2.2) pela primeira vez em ambiente operacional (Ex: propriedade rural; lavouras e pomares comerciais; plantas agroindustriais; centrais de inseminação; rebanhos em granjas pecuárias; servidores e nuvem de armazenamento de dados; unidade industrial; agências regulatórias). Ainda são testados protótipos demonstradores do ativo, como a Unidade de Referência Técnica (URT);

✓ **TRL/MRL 8:** é alcançada quando o ativo tecnológico se apresenta como produto ou processo em sua configuração completa, testada, qualificada e demonstrada ( $CTA \geq CTR$  – vide seção 2.2) em ambiente operacional (Ex: propriedade rural; lavouras e pomares comerciais; plantas agroindustriais; centrais de inseminação; rebanhos em granjas pecuárias; servidores e nuvem de armazenamento de dados; unidade industrial; agências regulatórias). Nesta etapa há produção e minimização dos custos, podendo iniciar atividade comercial;

✓ **TRL/MRL 9:** o produto ou processo em sua configuração completa obteve sucesso em todas as condições e extensões anteriores. Esta etapa caracteriza-se essencialmente pela produção continuada e intensificação da atividade comercial.

## **2.2. Parâmetros de desempenho dos ativos tecnológicos gerados em projetos de PD&I**

Os atributos funcionais de um ativo tecnológico devem ser identificados, testados e mensurados experimentalmente (GAO, 2020; DOT, 2017; DOE, 2011; DMTC, 2019). Por exemplo, o desenvolvimento de um processo agropecuário para controle de pragas pressupõe que o nível efetivo de controle da(s) praga(s)-alvo seja testado e mensurado a cada etapa experimental do seu desenvolvimento. Os parâmetros de desempenho relacionados a cada ativo tecnológico em questão devem ser estabelecidos e documentados sob a forma de coeficientes técnicos.

### **2.2.1. Coeficiente Técnico de Referência (CTR)**

O Coeficiente Técnico de Referência (CTR) representa o parâmetro (ou grupo de parâmetros), expresso quantitativamente, que indica o nível de desempenho a ser atingido pela tecnologia em desenvolvimento, para que esta seja vantajosa/competitiva frente às tecnologias já existentes ou descritas e em uso. O CTR refere-se a parâmetros de desempenho técnico relacionados aos atributos funcionais do ativo tecnológico, tais como rendimento, produtividade, resistência a pragas, entre outros. Portanto, o CTR representa o(s) coeficiente(s) técnico(s) da melhor/mais usada tecnologia presente do mercado, ou descrita no estado da arte, obtido(s) em condições experimentais equivalentes. Assim, para identificá-lo(s), deve ser avaliado o estado da arte no qual está inserido o ativo tecnológico a ser desenvolvido (p. ex. patentes, artigos científicos, relatórios de desempenho de tecnologias similares já disponíveis no mercado, avaliações técnico-econômicas). Em outras palavras, o(s) CTR(s) corresponde(m) aos parâmetros de desempenho mínimos necessários para que o ativo tecnológico a ser desenvolvido apresente diferenciais frente aos ativos já disponíveis no mercado ou descritos no estado da arte. É importante ressaltar que o advento de novas tecnologias concorrentes e/ou alterações no mercado alvo pode acarretar a revisão/atualização do(s) CTR(s). Eventualmente, CTR(s) adicionais podem ser requeridos à medida que se avança nos níveis de maturidade da escala TRL/MRL, quando as configurações físicas mais completas do ativo são desenvolvidas e testadas. Não obstante as diretrizes gerais aqui expostas, é imprescindível a avaliação cuidadosa das equipes técnicas sobre os ativos tecnológicos a serem desenvolvidos para que a determinação do(s) CTR(s) seja(m) adequada(s) em cada caso.

### **2.2.2. Coeficiente Técnico Atual (CTA)**

O Coeficiente Técnico Atual (CTA) se refere ao(s) coeficiente(s) alcançado(s) experimentalmente pelo ativo tecnológico em desenvolvimento, seguindo o mesmo método de medição do parâmetro de desempenho que caracteriza o(s) CTR(s) da tecnologia em questão. Dessa forma, o valor quantitativo do CTA se altera durante o avanço nos níveis da escala TRL/MRL, visto que novos testes são realizados nas diferentes condições experimentais previstas nos níveis de maturidade tecnológica.

A comparação entre o CTA e CTR é fundamental para se aferir o avanço entre os níveis de maturidade tecnológica que envolvem experimentação (a partir da TRL/MRL 3). Assim, quando o ativo tecnológico alcança TRL/MRL 3, o CTA ainda é inferior ao CTR, uma vez que essa é etapa de pesquisa na qual o conceito da tecnologia ainda está sendo provado experimentalmente, dentro do princípio de fazer funcionar. Por outro lado, para que o ativo atinja os níveis de TRL/MRL 4 a 9, relativo às etapas de desenvolvimento e validação tecnológica, o CTA deverá ser sempre igual ou maior que o CTR, assim, configurando as etapas de fazer funcionar adequadamente e de atendimento aos requisitos definidos para cada nível de maturidade.

A Tabela 2 exemplifica coeficientes técnicos utilizados para cada tipo de ativo tecnológico gerado em projetos. Ressalta-se que esta lista não é exaustiva. Coeficientes técnicos adicionais são apresentados nos exemplos de resultados descritos em cada nível da escala TRL/MRL.

**Tabela 2.** Exemplos de coeficientes técnicos mais comuns por tipo de ativo de tecnológico.

<b>Tipos de ativos tecnológicos</b>	<b>Exemplos de coeficientes técnicos</b>
<b>Processos agropecuários</b>	Produtividade, rendimento, taxa de emissão de gases de efeito estufa, consumo de água, pureza, estabilidade, número de aplicações de agrotóxicos, quantidade máxima/mínima de fertilizantes químicos, taxa de prenhez, poder germinativo, período de poda, amplitude da janela de cultivo, eficiência de controle, etc.
<b>Cultivares</b>	Produtividade, resistência à pragas e doenças, resistência à limitação hídrica, adaptabilidade geográfica, teor de óleo, acidez do fruto, teor de sólidos solúveis, teor de proteína no grão, firmeza da polpa, coloração da polpa, massa de matéria seca, tempo de cozimento, índice de eficiência agrônômica, distribuição/concentração da produção no tempo, produção de biomassa seca, digestibilidade da biomassa, poder calorífico, capacidade do cacho, índice de favorabilidade de brotação, etc.
<b>Produtos/Insumos agropecuários ou industriais</b>	Rendimento, precisão, concentração, estabilidade, teor de pureza, tempo de prateleira, índice de efeito colateral, concentração de anticorpo, concentração de compostos funcionais, capacidade adsorptiva, insetos capturados/semana/armadilha, índice de sobrevivência do inseto, concentração de bioestimulantes, tamanho de partícula, teor de sólidos solúveis totais, etc.
<b>Processos industriais</b>	Produtividade, rendimento, concentração, tempo de reação, fator de concentração, toxicidade, taxa de emissão de gases de efeito estufa, consumo de água, consumo energético, teor de extração de óleo, teor de umidade, teor de pureza, elasticidade, número de aplicações de agrotóxicos, quantidade máxima/mínima de fertilizantes químicos, capacidade de conversão, temperatura de operação, etc.
<b>Máquinas e/ou implementos</b>	Velocidade, consumo energético, taxa de emissão de gases de efeito estufa, consumo de água, consumo energético, potência do motor, nível de segurança, nível de conforto, nível de ruído, portabilidade, nível de vibração, precisão, autonomia de trabalho, periodicidade mínima de manutenção, processividade, precisão, eficiência da secagem, rendimento da colheita, temperatura máxima/mínima, tempo de resposta, detectividade, sensibilidade, raio de alcance, índice de vazão, estabilidade, tempo de vida, fator de potência, relação sinal/ruído, carga máxima/mínima, robustez mecânica/elétrica, rastreabilidade, índice de descontaminação, de adulteração, etc.

<b>Softwares</b>	Taxa de transferência, precisão, latência, índice de ponto de função (IFP – Function Point Analysis – ISO/IEC 20968: 2002), taxa de análise de imagens, taxa de análise de dados, precisão de diagnose visual de deficiências nutricionais de plantas, taxa de acerto da identificação de pragas, tempo para emissão de alerta de irrigação, tempo de resposta das consultas, efetividade da interface, taxa de ocorrência de erros, usuários com acesso simultâneo, etc.
<b>Ativos cartográficos</b>	Consistência lógica – conceitual, consistência lógica – topológica, consistência lógica – formato, consistência lógica – domínio, acurácia - planimétrica e altimétrica, acurácia - geometrias e atributos, acurácia - temática da classificação, acurácia – temporal, padrões - documentos em folha, padrões - Open Geospatial Consortium (OGC), etc.

Não obstante a descrição geral da Escala TRL/MRL aplicada a ativos tecnológicos agropecuários citados, apresenta-se a seguir o detalhamento para a adequada indicação dos níveis de maturidade de um ativo em projetos de PD&I. Para tanto, durante o planejamento da proposta do projeto, os ativos tecnológicos previstos devem ser analisados quanto às dimensões Configuração (Fidelidade), Ambiente e Escala, conforme indicado na Figura 1 e Tabela 3.

Figura 1. Representação esquemática das dimensões Configuração, Ambiente e Escala e suas respectivas etapas no caminhamento da escala TRL/MRL.



### 3. ENQUADRAMENTO DE ATIVOS TECNOLÓGICOS AGROPECUÁRIOS NA ESCALA TRL/MRL

Os resultados de projetos de PD&I podem ser classificados em três categorias:

- Ativos pré-tecnológicos;
- Ativos tecnológicos;
- Apoio à inovação.

Das três categorias de resultados, por definição, apenas ativos tecnológicos podem ser classificados por meio da escala TRL/MRL. Assim, os seguintes tipos de resultados da categoria ativos tecnológicos são enquadrados na Escala de Maturidade Tecnológica:

- ✓ Escala TRL: Cultivar; Produto/Insumo agropecuário ou industrial; Máquina e/ou implementos; Software para clientes externos e Ativos cartográficos;
- ✓ Escala MRL: Processo agropecuário e Processo industrial.

Para definir o nível da Escala TRL/MRL em que está determinado ativo tecnológico, devem ser analisadas as etapas indicadas para todas as três dimensões (Configuração, Ambiente e Escala), conforme sugerido pelas três perguntas-chave abaixo:

- a) Qual é a configuração do ativo nos testes planejados?
- b) Em qual ambiente o ativo será avaliado?
- c) Qual é a escala de testes do ativo planejado?

Considerando as possíveis combinações de respostas às questões acima e, conforme descrito na Figura 1, o ativo tecnológico em questão pode se encontrar nos seguintes níveis TRL/MRL:

- (i) Básica; Simulado; Inicial = TRL/MRL 3 (se CTA < CTR – vide seção 2.2);
- (ii) Básica; Simulado; Inicial = TRL/MRL 4 (se CTA ≥ CTR – vide seção 2.2);
- (iii) Similar; Relevante; Inicial = TRL/MRL 5;
- (iv) Similar; Relevante; Piloto = TRL/MRL 6;
- (v) Similar; Operacional; Final = TRL/MRL 7;
- (vi) Idêntica; Operacional; Final = TRL/MRL 8.

## OBSERVAÇÕES E ESCLARECIMENTOS

1- Os níveis de maturidade TRL/MRL 1 e 2 correspondem, respectivamente, à formulação da hipótese e à descrição teórica da tecnologia vislumbrada, portanto, nestes dois níveis de maturidade tecnológica não há o registro de resultados em projetos;

2- Para que determinado nível da escala TRL/MRL seja alcançado por um ativo tecnológico é necessário que todas as etapas das três dimensões (Configuração, Ambiente e Escala) sejam avaliadas, conforme indicado na Figura 1. Ou seja, simplesmente testar populações de melhoramento (configuração básica) em uma propriedade rural (ambiente operacional) não caracterizaria o alcance do nível TRL/MRL 7, por exemplo. Neste caso, o ativo tecnológico estaria em TRL/MRL 3 ou 4 (a depender do seu valor de CTA – vide seção 2.2).

Os arranjos experimentais que caracterizam os níveis TRL/MRL 3 e 4 são, geralmente, muito próximos ou mesmo idênticos, sendo que a distinção entre estes níveis se dá, basicamente, pelo nível de performance obtido, conforme já descrito na comparação entre CTA e CTR (seção 2.2). Por fim, o nível TRL/MRL 9 não é alcançado pela instituição executora do projeto, mas sim pelos parceiros do setor produtivo que obtiveram/licenciaram as tecnologias geradas.

**Tabela 3.** Descrições das dimensões e suas respectivas etapas na escala TRL/MRL.

Dimensão	Etapas (TRL/MRL)	Descrição
<b>Configuração (Fidelidade)</b>	Descritiva (1-2)	Descrição teórica do produto ou processo planejado, incluindo suas aplicações potenciais. Exemplo: ideótipo.
	Básica (3-4)	Componentes físicos relacionados aos atributos funcionais do ativo tecnológico em configuração básica ou mesmo em acessos/indivíduos/componentes isolados. Exemplos: antígeno; gene candidato; população de melhoramento; formulação preliminar.
	Similar (5-7)	Protótipo do produto/processo final usado para avaliar a viabilidade de fabricação ou utilidade/aplicabilidade do ativo tecnológico. Exemplos: unidade de referência técnica – URT; genótipo elite; linhagem homocigota.
	Idêntica (8-9)	Produto ou processo em sua configuração completa. Exemplos: produto comercial; cultivar lançada; linhagem comercial; processo adotado.

<b>Ambiente</b>	Teórico (1-2)	Ambiente de planejamento. Exemplo: projeto.
	Simulado (3-4)	Ambiente artificial de teste que simula os aspectos básicos do ambiente operacional da tecnologia. Exemplos: bancada; casa de vegetação, câmara de crescimento.
	Relevante (5-6)	Ambiente de teste que permite a avaliação de todos os aspectos fundamentais, incluindo os mais estressantes, do ambiente operacional da tecnologia. Exemplos: campo experimental; granja controlada; pomares parceiros; biorreator; câmara fria; estufa agrícola.
	Operacional (7-9)	Ambiente que possui todos os requerimentos operacionais e especificações relativos ao uso/produção comercial/completa da tecnologia. Exemplos: propriedade rural; granja comercial; agroindústria.
<b>Escala</b>	Conceitual (1-2)	Não há experimentação em qualquer nível. Exemplos: modelo teórico
	Inicial (3-5)	Escala inicial de realização de testes experimentais. Ensaios laboratoriais ou em bancada. Exemplos: ensaio in vitro; cultura de tecidos; pequena parcela experimental.
	Piloto (6)	Ganho de escala de produção. No caso de produtos, refere-se à produção de várias unidades modelo, enquanto para processos a repetições deste em planta piloto. Corresponde ao ganho de produção pelo escalonamento do ativo em ordens de magnitude (p. ex. 10 a 1000x em relação ao empregado anteriormente), dependendo da aplicação. Exemplos: planta-piloto; ensaio de valor de cultivo e uso – VCU.
	Final (7-9)	Escala de uso/produção comercial/completa da tecnologia. Exemplos: escala industrial; produção em larga escala.

#### 4. REFERÊNCIAS

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

BIRAC - TRLs: Technology Readiness Levels by BIRAC across areas under Biotechnology. Disponível em: <[https://www.birac.nic.in/desc\\_new.php?id=443](https://www.birac.nic.in/desc_new.php?id=443)>. Acesso em 25/09/2020.

DMTC Guideline - Technology Readiness Levels. Disponível em: <<https://dmtc.com.au/wp-content/uploads/2019/04/DMTC-TRL-Guideline-MCM-2019.pdf>>. Acesso em 25/09/2020.

DOE G 413.3-4A. Technology Readiness Assessment Guide, 2011. 73 p



Consórcio  
Pesquisa Café

Embrapa

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA E  
PECUÁRIA



DOT Technology Readiness Level. Guidebook, 2017. 52p.

GAO's Technology Readiness Assessment Guide. Disponível em: <<https://www.gao.gov/assets/710/703694.pdf>>. 2020.

ISO/FDIS 16290:2013 (E) Space systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment. International Organization for Standardization, Switzerland, 2013, 12 p.

LAVOIE, J. R.; DAIM, T. I U. Technology readiness levels improving R&D management: A grounded theory analysis. In: 2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). IEEE, 2017. p.1-9.

MANKINS, J. C. Technology Readiness Levels. A White Paper. April 6, 1995. Advanced Concepts Office. 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)>.

MANKINS, J. C. Technology readiness assessments: A retrospective. Acta Astronaut, vol. 65, n.9-10, p.1216-1223, 2009.