SISPRO e a Transformação Digital na Gestão de Projetos de Pesquisa: Arquiteturas e Boas Práticas

SISPRO and Digital Transformation in Research Project Management: Architectures and Best Practices

Natanael de Lima Silva
Universidade de Brasília
Brasilia, Brazil
silva.natanael@aluno.unb.br

Flávio Garcia Praciano
Universidade de Brasília
Brasilia, Brazil
flavio.praciano@redes.unb.br

Bruno Justino Garcia Praciano
Universidade de Brasília
Brasilia, Brazil
bruno.justino@ieee.org

Philipe Allan Almeida
Universidade de Brasilia - UnB
Brasilia, Brazil
philipe.almeida@redes.unb.br

Geraldo P. Rocha Filho
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia,
Bahia, Brasil
geraldo.rocha@uesb.edu.br

André Luiz Marques Serrano
Universidade de Brasília
Brasilia, Brazil
andrelms@unb.br

Fábio Lúcio Lopes de Mendonça
Universidade de Brasília
Brasilia, Brazil
fabio.mendonca@redes.unb.br

***Resumo*—A gestão de projetos de pesquisa no Brasil enfrenta desafios complexos, especialmente nas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), que administram recursos, avaliam propostas e monitoram projetos financiados. Para otimizar esses processos, foi desenvolvida a plataforma SISPRO, uma solução tecnológica que integra e automatiza atividades essenciais da gestão de projetos de pesquisa.**

Este artigo apresenta o desenvolvimento e a implementação do SISPRO, destacando suas principais funcionalidades, como a gestão centralizada de editais, a automação da avaliação de propostas e a geração de relatórios analíticos para tomada de decisão. Além disso, o artigo discute a introdução da Calculadora TRL (Technology Readiness Level), um componente inovador da plataforma que permite a avaliação sistemática da maturidade tecnológica dos projetos submetidos. A ferramenta fornece uma metodologia estruturada para classificar propostas de inovação, auxiliando na priorização de investimentos e na mitigação de riscos tecnológicos.

Os resultados indicam que o SISPRO, aliado à Calculadora TRL, contribui significativamente para a modernização das atividades das FAPs, reduzindo a burocracia, aprimorando o controle sobre os projetos financiados e fortalecendo a comunicação entre os diferentes atores do processo. Conclui-se que a plataforma representa um avanço na gestão de projetos de pesquisa, com potencial para expansão e aprimoramento contínuo.

***Palavras-Chave*—Gestão de projetos de pesquisa, Fundações de Amparo à Pesquisa, automação de processos, tecnologia na pesquisa científica, SISPRO, maturidade tecnológica, TRL.**

***Abstract*—Research project management in Brazil faces complex challenges, particularly within the Research Support Foundations (FAPs), which oversee resource administration, proposal evaluation, and project monitoring. To optimize these processes, the SISPRO platform was developed as a technological solution that integrates and automates essential research project management activities.**

This paper presents the development and implementation of SISPRO, highlighting its key features, such as centralized call management, automated proposal evaluation, and analytical report generation for decision-making. Additionally, the article discusses the introduction of the TRL Calculator (Technology Readiness Level), an innovative component of the platform that enables the systematic assessment of the technological maturity of submitted projects. This tool provides a structured methodology for classifying innovation proposals, assisting in investment prioritization and mitigating technological risks.

The results indicate that SISPRO, combined with the TRL Calculator, significantly contributes to modernizing FAP activities, reducing bureaucracy, improving project oversight, and strengthening communication among stakeholders. It is concluded that the platform represents a major advancement in research project management, with potential for continuous expansion and improvement.

***Keywords*—Research project management, Research Support Foundations, process automation, technology in scientific research, SISPRO, technological maturity, TRL.**

I. Introdução

A gestão da pesquisa científica no Brasil enfrenta desafios significativos, especialmente devido à ausência de um sistema unificado que integre e automatize processos administrativos. As Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs), responsáveis pelo financiamento e promoção da ciência e tecnologia, lidam com dificuldades na administração de recursos, na avaliação de propostas e no acompanhamento da execução dos projetos. Essas limitações comprometem a transparência, a eficiência e a qualidade das pesquisas apoiadas, tornando a modernização da gestão um aspecto essencial para o avanço da produção científica no país [1].

A complexidade desses desafios aumenta com o crescimento expressivo da pós-graduação no Brasil, que registrou mais de 400 mil matrículas e 90 mil titulações em 2023 [2]. Esse cenário reforça a necessidade de ferramentas que otimizem a

distribuição de recursos e aprimorem os processos de seleção e monitoramento de projetos. Sem um sistema integrado, as FAPs enfrentam processos burocráticos demorados, dificuldades na avaliação técnica das propostas e obstáculos na fiscalização do uso dos recursos, resultando em possíveis ineficiências operacionais [1].

Para enfrentar essas limitações, foi desenvolvida a plataforma SISPRO, uma solução voltada para a modernização da gestão de projetos de pesquisa. Essa solução permite a integração e automação de processos administrativos, reduzindo a burocracia e aumentando a transparência na gestão de editais, na análise de propostas e no acompanhamento da execução dos projetos financiados. Diferentemente de abordagens convencionais, o SISPRO centraliza as operações, garantindo maior controle sobre os investimentos em pesquisa e promovendo uma gestão mais estratégica dos recursos disponíveis [3].

Um dos principais diferenciais da solução é a Calculadora *Technology Readiness Level* (TRL), um módulo que avalia o nível de maturidade tecnológica dos projetos submetidos. Isso possibilita que o SISPRO realize uma análise estruturada do estágio de desenvolvimento das tecnologias, classificando-as em uma escala de prontidão tecnológica [4]. Dessa forma, as FAPs podem tomar decisões mais informadas sobre o financiamento dos projetos, priorizando inovações com maior maturidade e mitigando riscos associados a investimentos em tecnologias incipientes.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: na Seção II, são apresentados os trabalhos relacionados e uma revisão do estado da arte. Na Seção III, é descrito o problema e a solução proposta. Na Seção IV, são discutidos a avaliação de desempenho da solução e os respectivos resultados. Por fim, na Seção V, são apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

II. Trabalhos Relacionados

A modernização da gestão de projetos de pesquisa por meio de plataformas digitais tem sido alvo de diversos estudos, explorando diferentes abordagens para automação, análise de maturidade tecnológica e aprimoramento da transparência nos processos de financiamento. Em [5], foi apresentado o conceito de TRLs, um modelo desenvolvido pela NASA para avaliar a maturidade de tecnologias em diferentes estágios de desenvolvimento. Esse modelo estabelece nove níveis de prontidão tecnológica, permitindo classificar tecnologias desde sua concepção inicial até a comprovação em ambiente operacional. Embora amplamente utilizado em setores aeroespaciais e industriais, sua aplicação na gestão de projetos de pesquisa ainda enfrenta desafios relacionados à adaptação dos critérios para diferentes áreas do conhecimento.

[6] propõem uma extensão do modelo TRL, introduzindo o System Readiness Level (SRL), que considera fatores adicionais como confiabilidade e integração de sistemas complexos. Esse índice busca fornecer uma visão mais abrangente da maturidade de um sistema, indo além da análise isolada de componentes tecnológicos. Apesar da relevância desse modelo para avaliações sistêmicas, sua implementação demanda métricas para aplicação em FAPs, especialmente em projetos multidisciplinares.

O estudo de [7] explora abordagens complementares para a avaliação de prontidão tecnológica, destacando a necessidade de métricas mais refinadas, como os Modelos de Maturidade Tecnológica (Technology Maturity Models - TMM). Essas métricas visam aumentar a precisão na classificação de projetos e auxiliar na tomada de decisão sobre investimentos em pesquisa e inovação. Entretanto, um dos desafios dessa abordagem está na definição de parâmetros padronizados para diferentes setores e áreas do conhecimento.

A revisão de literatura conduzida por [8] analisou 40 anos de aplicação do TRL, discutindo suas limitações e propondo modelos híbridos para aprimorar a avaliação da maturidade tecnológica. O estudo destacou desafios como a subjetividade na atribuição dos níveis de prontidão e a necessidade de adaptação para áreas como biotecnologia e inteligência artificial. A pesquisa também apontou oportunidades para a integração do TRL com modelos baseados em aprendizado de máquina, permitindo maior automação e precisão no processo de avaliação.

No contexto da gestão de projetos, [9] apresentam um modelo estruturado para avaliação e aprimoramento da maturidade na administração de projetos. A abordagem enfatiza boas práticas na definição de processos, na alocação de recursos e no monitoramento de desempenho, elementos essenciais para o sucesso de plataformas como o SISPRO. No entanto, um dos desafios apontados é a necessidade de ferramentas digitais que facilitem a aplicação desses modelos na prática, permitindo maior rastreabilidade e eficiência na gestão dos projetos financiados.

[10] introduzem o conceito da Abordagem Diamante, um modelo flexível para a gestão de projetos tecnológicos que considera diferentes dimensões, como inovação, complexidade e incerteza. A pesquisa enfatiza a necessidade de métodos adaptáveis para avaliação de projetos, destacando a importância da personalização dos critérios de análise conforme o tipo de tecnologia em desenvolvimento. No entanto, sua aplicação prática requer ferramentas computacionais avançadas para garantir consistência e eficiência nas análises.

A pesquisa de [11] discute modelos de maturidade para gestão de projetos, focando na melhoria contínua e no alinhamento estratégico das iniciativas. O estudo fornece diretrizes para o aprimoramento dos processos administrativos e a implementação de métricas de desempenho para avaliação da eficácia das estratégias de gestão. Sua aplicação na plataforma SISPRO contribui para a estruturação de um sistema de avaliação automatizado, que facilita a priorização de projetos mais promissores.

Para uma análise comparativa entre esta pesquisa e os trabalhos relacionados, a Tabela I foi elaborada considerando critérios como metodologia aplicada, foco na avaliação de maturidade tecnológica e aplicabilidade na gestão de projetos de pesquisa. O SISPRO se diferencia por integrar a Calculadora TRL, um mecanismo que automatiza a análise de maturidade tecnológica e otimiza a alocação de recursos, mitigando riscos e aumentando a transparência no processo de financiamento. A análise comparativa evidencia que, enquanto os trabalhos anteriores focam na estruturação dos modelos de maturidade tecnológica e na gestão de projetos em diferentes setores, o SISPRO se destaca pela integração de um sistema automatizado para a avaliação de projetos de pesquisa. A adoção da Calculadora TRL representa um avanço na otimização dos fluxos de trabalho das FAPs, garantindo maior eficiência na alocação de recursos e promovendo um processo mais

Tabela I
COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS RELACIONADOS E ESTA PESQUISA.

Trabalho	Metodologia	Foco	Aplicabilidade
[5]	TRL	Avaliação de maturidade tecnológica	Tecnologia aeroespacial
[6]	TRL + SRL	Integração de sistemas complexos	Engenharia de sistemas
[7]	TRL + TMM	Refinamento de métricas para TRL	Setores tecnológicos diversos
[8]	Modelos híbridos	Revisão crítica do TRL e aprimoramentos	Multidisciplinar
[9]	Modelos de maturidade	Boas práticas na gestão de projetos	Administração de projetos
[10]	Abordagem Diamante	Flexibilidade na avaliação de projetos	Projetos tecnológicos
[11]	Modelos de maturidade	Estratégias para melhoria contínua	Gestão de inovação
SISPRO	TRL + Automação	Gestão de projetos de pesquisa	Fundações de Amparo à Pesquisa

transparente e estruturado.

III. SOLUÇÃO

ARQUITETURA DA PLATAFORMA SISPRO

Essa arquitetura, ilustrada na Figura 1, garante ao SISPRO uma estrutura flexível, facilitando tanto a incorporação de novas funcionalidades quanto a manutenção do sistema.

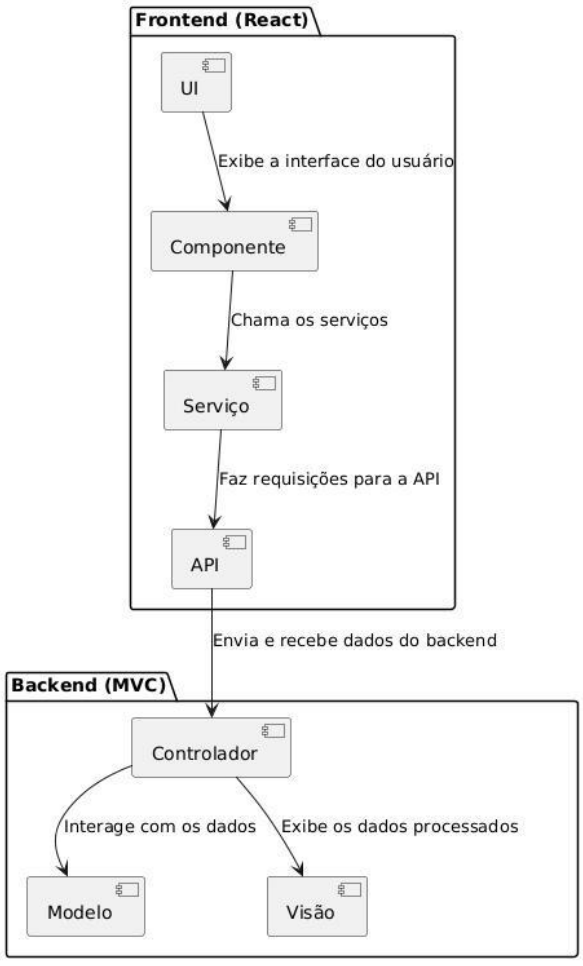

Figura 1. Arquitetura SISPRO

A plataforma SISPRO foi desenvolvida com uma arquitetura modular, garantindo escalabilidade, organização e manutenibilidade. Sua estrutura é dividida em duas camadas principais: *Frontend (React) e Backend (MVC)*, que se comunicam por meio de uma API.

1. Frontend (React)

O *frontend* da plataforma é baseado no framework React, estruturado de forma a garantir reutilização de componentes e separação de responsabilidades. Ele segue o fluxo:

- UI (*Interface* do Usuário): Exibe a interface interativa para os usuários.
- Componentes: Chamam os serviços necessários para obter ou manipular dados.
- Serviço: Gerencia a comunicação entre os componentes e a API.
- API: *Interface* que faz a ponte entre frontend e backend.

2. Backend (MVC)

O *backend* segue o padrão MVC *(Model-View-Controller)*:

- Controlador: Processa requisições do frontend e interage com os modelos de dados.
- Modelo: Gerencia regras de negócio e persistência de dados.
- Visão: Retorna os dados processados ao controlador.

3. Comunicação entre as Camadas

A integração entre *frontend* e backend é realizada por meio de requisições HTTP à API.

DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA SISPRO: CONCEITOS, METODOLOGIAS E IMPLEMENTAÇÃO

O desenvolvimento da plataforma SISPRO foi baseado em metodologias ágeis e tecnologias modernas para garantir modularidade, escalabilidade e automação dos processos. A utilização do *React* com *Addons JS* permitiu a criação de uma interface dinâmica e eficiente, enquanto a implementação de práticas de Integração Contínua e Entrega Contínua otimizou o fluxo de desenvolvimento e implantação.

1) Metodologias Ágeis e Desenvolvimento com React: A abordagem ágil adotada no desenvolvimento seguiu o framework *Scrum*, permitindo ciclos iterativos e incrementais. Isso possibilitou a adaptação contínua dos requisitos e melhorias frequentes na plataforma. O uso de componentes reutilizáveis e *React Hooks* garantiu um código modular, reduzindo redundâncias e facilitando a manutenção e escalabilidade do sistema.

2) Estratégia de Testes e Qualidade de Software: Para assegurar a confiabilidade da aplicação, foram implementados testes automatizados em diferentes níveis:

- Testes unitários: Utilização do *Jest* para validação de funções individuais e componentes isolados.
- Testes de integração: Emprego do *React Testing Library* para verificar a interação entre componentes.
- Testes *end-to-end* (E2E): Automação de fluxos completos da aplicação, garantindo a funcionalidade esperada sob diferentes cenários.

3) Integração e Entrega Contínuas (CI/CD): A automação dos processos de desenvolvimento e implantação foi fundamental para otimizar a eficiência e reduzir erros. A *pipeline* de CI/CD foi estruturada da seguinte forma:

- Integração Contínua (CI): Automatização da verificação do código, garantindo que cada nova funcionalidade ou correção seja testada antes da integração ao repositório principal.
- Entrega Contínua (CD): Implementação de pipelines automatizados para a entrega e *deploy* da aplicação em ambientes de desenvolvimento, homologação e produção, reduzindo o tempo de disponibilização de novas versões.

A combinação dessas práticas resultou em uma plataforma robusta, flexível e alinhada às necessidades da gestão de projetos de pesquisa. A adoção de tecnologias modernas e a automação dos processos permitiram um desenvolvimento ágil e eficiente, garantindo qualidade e segurança na evolução do SISPRO.

CALCULADORA TRL

A análise e julgamento de projetos que envolvem desenvolvimento tecnológico e inovação demandam uma abordagem estruturada, fundamentada em critérios técnico-científicos e na avaliação da maturidade tecnológica das propostas. Nesse contexto, a Calculadora TRL *Technology Readiness Level* desempenha um papel essencial na determinação do nível de prontidão tecnológica dos projetos apresentados.

A avaliação das propostas ocorre em duas etapas: (i) a Avaliação de Mérito Técnico-Científico, realizada por avaliadores ad hoc e pela comissão de seleção; e (ii) a Avaliação de Maturidade Tecnológica do projeto conforme demonstrado nas tabela II conduzida exclusivamente pela comissão de seleção. Os critérios de julgamento do mérito técnico-científico incluem conformidade com os objetivos do edital, estágio de desenvolvimento, grau de inovação, capacitação da equipe executora, adequação metodológica, infraestrutura, orçamento e cronograma. Cada critério recebe uma pontuação específica, variando de insatisfatório a excelente, com pesos diferenciados para cálculo da nota final.

Tabela II: Avaliação de mérito técnico-científico

Nr	Critério	Análise	Peso	Nota
1	Conformidade ao objetivo (Chamada/Objetivo e Objeto)	(I) Insatisfatório (0,0 a 2,5) (R) Regular (2,6 a 5,0) (B) Bom (5,1 a 8,0) (E) Excelente (8,1 a 10,0)	3	0-10
2	Estágio de desenvolvimento (pesquisa, produto e/ou processo)	(I) Insatisfatório (0,0 a 2,5) (R) Regular (2,6 a 5,0) (B) Bom (5,1 a 8,0) (E) Excelente (8,1 a 10,0)	4	0-10
3	Grau de inovação para o mercado nacional ou mundial e risco tecnológico	(I) Insatisfatório (0,0 a 2,5) (R) Regular (2,6 a 5,0) (B) Bom (5,1 a 8,0) (E) Excelente (8,1 a 10,0)	4	0-10
4	Capacitação técnica da equipe executora	(I) Insatisfatório (0,0 a 2,5) (R) Regular (2,6 a 5,0) (B) Bom (5,1 a 8,0) (E) Excelente (8,1 a 10,0)	4	0-10
5	Adequação da metodologia	(I) Insatisfatório (0,0 a 2,5) (R) Regular (2,6 a 5,0) (B) Bom (5,1 a 8,0) (E) Excelente (8,1 a 10,0)	3	0-10
6	Adequação da infraestrutura	(I) Insatisfatório (0,0 a 2,5) (R) Regular (2,6 a 5,0) (B) Bom (5,1 a 8,0) (E) Excelente (8,1 a 10,0)	2	0-10
7	Adequação do orçamento do projeto	(I) Insatisfatório (0,0 a 2,5) (R) Regular (2,6 a 5,0) (B) Bom (5,1 a 8,0) (E) Excelente (8,1 a 10,0)	1	0-10
8	Adequação do cronograma físico do projeto	(I) Insatisfatório (0,0 a 2,5) (R) Regular (2,6 a 5,0) (B) Bom (5,1 a 8,0) (E) Excelente (8,1 a 10,0)	1	0-10

A maturidade tecnológica do projeto é mensurada por meio da Escala TRL/MLR, que classifica o estágio de desenvolvimento tecnológico em nove níveis. Desde a concepção inicial da pesquisa (TRL 1) até a comprovação em ambiente operacional (TRL 9), a escala fornece um referencial estruturado para avaliação do avanço tecnológico da proposta.

A obtenção do nível de maturidade tecnológica é baseada na avaliação realizada conforme a tabela de referência da Escala TRL/MLR. O proponente deve indicar o nível de maturidade correspondente ao projeto, seguindo as diretrizes estabelecidas no edital. Caso a avaliação via Calculadora TRL não seja possível, uma justificativa fundamentada deve ser apresentada, sujeita à aprovação da Comissão de Seleção.

A nota final do projeto é calculada pela média aritmética entre a nota de mérito técnico-científico e a nota de maturidade tecnológica atribuída pela Calculadora TRL, com normalização na escala de 0,0 a 10,0 antes da aplicação da fórmula. Além disso, a FAPDF pode conceder incentivos adicionais de até 10,0 pontos para projetos alinhados a programas de pós-graduação (PPG) classificados como excelência pela CAPES.

Os projetos que obtiverem nota final igual ou superior a 70 pontos serão considerados qualificados para fins do edital. A classificação final será determinada em ordem decrescente da nota atribuída pela Comissão de Seleção. Em casos de empate, serão priorizadas as propostas com maiores notas nos critérios avaliativos, conforme decisão da comissão. Adicionalmente, ajustes orçamentários poderão ser solicitados ao coordenador do projeto com base nas recomendações dos avaliadores ad hoc.

Na tabela III a seguir, apresenta-se uma adaptação dos níveis de prontidão tecnológica é um conceito fundamental para avaliar o nível de atualização de uma tecnologia ao longo de seu ciclo de desenvolvimento, abrangendo desde a fase

inicial de pesquisa e formulação de conceitos até a produção consolidada. O modelo *Technology Readiness Level - TRL e Maturity Level Readiness - MLR* segue uma abordagem estruturada que permite analisar de forma precisa e sistemática a evolução de uma inovação tecnológica, garantindo que sua aplicação seja viável e segura antes de sua adoção em larga escala.

O uso da escala TRL/MLR permite que organizações, pesquisadores e empresas acompanhem a evolução de novas tecnologias, identificando riscos e garantindo um planejamento mais eficiente no desenvolvimento e na implementação de inovações. Ao classificar a pronúncia tecnológica em níveis bem definidos, é possível determinar quando uma tecnologia está pronta para avançar para testes em ambientes mais exigentes, como aplicações reais no campo ou produção industrial.

Além disso, essa abordagem estruturada auxilia na tomada de decisão de investimentos e no gerenciamento de projetos de inovação, garantindo que as tecnologias emergentes sejam aplicadas de forma segura e eficaz.

Tabela III: Escala TRL/MLR

Nível	Descrição do nível de prontidão tecnológico
TRL/MLR 1	Ideia da pesquisa que está sendo iniciada e esses primeiros indícios de viabilidade estão sendo traduzidos em pesquisa e desenvolvimento futuros.
TRL/MLR 2	Os princípios básicos foram definidos e há resultados com aplicações práticas que apontam para a confirmação da ideia inicial.
TRL/MLR 3	Em geral, estudos analíticos e/ou laboratoriais são necessários nesse nível para ver se uma tecnologia é viável e pronta para prosseguir para o processo de desenvolvimento. Neste caso, muitas vezes, é construído um modelo de prova de coesão.
TRL/MLR 4	Coloca-se em prática a prova de conceito, que consiste em sua aplicação em ambiente similar ao real, podendo constituir testes em escala de laboratório.
TRL/MLR 5	A tecnologia deve passar por testes mais rigorosos do que a tecnologia que está apenas na TRL 4, ou seja, validação em ambiente relevante de componentes ou arranjos experimentais, com configurações físicas finais. Capacidade de produzir protótipo do componente do produto.
TRL/MLR 6	A tecnologia constitui um protótipo totalmente funcional ou modelo representacional, sendo demonstrado em ambiente operacional (ambiente relevante no caso das principais tecnologias facilitadoras).
TRL/MLR 7	O protótipo está demonstrado e validado em ambiente operacional (ambiente relevante no caso das principais tecnologias facilitadoras).
TRL/MLR 8	A tecnologia foi testada e qualificada para o ambiente real, estando pronta para ser implementada em um sistema ou tecnologia já existente.
TRL/MLR 9	A tecnologia está comprovada em ambiente operacional (fabricação competitiva no caso das principais tecnologias facilitadoras), uma vez que já foi testada, validada, comprovada em todas as condições, com seu uso em todo seu alcance e qualidade. Produção estabelecida.

O nível TRL 1 representa a fase inicial, na qual a ideia ainda está em desenvolvimento e os primeiros estudos de viabilidade estão sendo conduzidos. Conforme a tecnologia avança pelos níveis subsequentes, ela passa por testes laboratoriais, validações experimentais e produção de protótipos até alcançar a qualificação para implementação no ambiente real (TRL 8) e, finalmente, sua utilização em escala industrial (TRL 9).

Essa abordagem sistemática proporciona uma visão clara sobre os desafios e exigências necessários para cada etapa do desenvolvimento tecnológico, permitindo que pesquisadores, engenheiros e gestores tomem decisões estratégicas embasadas na maturidade da inovação. A seguir, detalha-se a descrição de cada nível de prontidão tecnológica e suas respectivas características.

A. Fluxo da Calculadora TRL

O fluxo apresentado na Figura 2 descreve o processo de avaliação do Nível de Maturidade Tecnológica (TRL) por meio da atribuição de notas ponderadas a diferentes critérios.

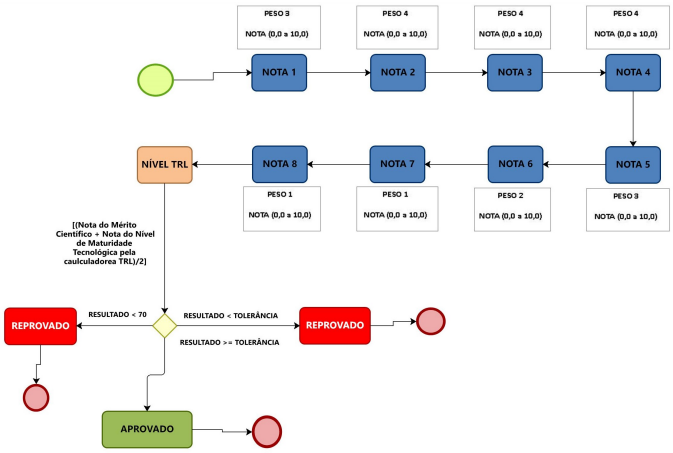

Figura 2. Fluxo calculadora TRL

O presente documento descreve o processo de avaliação do Nível de Maturidade Tecnológica *Technology Readiness Level – TRL*, utilizando um modelo estruturado baseado em múltiplos critérios ponderados. O objetivo é estabelecer um método sistemático para mensuração da viabilidade tecnológica, considerando tanto o mérito científico quanto o nível de maturidade tecnológica da inovação.

1) Estrutura e Composição do Modelo: A avaliação segue uma sequência de cálculos ponderados, culminando na obtenção de uma nota final, a partir da qual a tecnologia é classificada como aprovada ou reprovada.

2) Coleta de Indicadores Primários: O processo inicia-se com a atribuição de NOTA 1, com peso 3 e valores entre 0,0 e 10,0. Esta nota é utilizada para calcular NOTA 2, que possui peso 4.

3) Cálculo das Notas Intermediárias: A avaliação prossegue com o refinamento progressivo das notas:

- NOTA 3, derivada de NOTA 2, com peso 4;
- NOTA 4, calculada a partir de NOTA 3, também com peso 4;
- NOTA 5, gerada a partir de NOTA 4, com peso 3;
- NOTA 6, baseada em NOTA 5, com peso 2;
- NOTA 7 e NOTA 8, calculadas com pesos 1 cada.

4) Cálculo do Nível TRL: O Nível TRL é determinado pela seguinte equação:

$$TRL = \frac{\text{Nota do Mérito Científico} + \text{Nota do Nível de Maturidade Tecnológica}}{2} \quad (1)$$

5) Critérios de Aprovação e Reprovação: A decisão final sobre a maturidade da tecnologia é baseada nos seguintes critérios:

- Se $TRL < 70$, a tecnologia é considerada reprovada;
- Se $TRL <$ Tolerância, a tecnologia também é reprovada;
- Se $TRL \geq$ Tolerância, a tecnologia é aprovada.

O modelo apresentado proporciona um método robusto para avaliação de tecnologias, permitindo que apenas inovações com nível de maturidade adequado sejam validadas para implementação. A utilização de pesos diferenciados garante uma avaliação mais precisa e balanceada.

IV. Avaliação de Desempenho

A avaliação de desempenho da plataforma SISPRO teve como objetivo verificar sua eficácia na modernização da gestão de projetos de pesquisa. A plataforma busca reduzir a burocracia, otimizar a tomada de decisão e melhorar a transparência dos processos nas Fundações de Amparo à Pesquisa FAPs. A análise foi conduzida com base em métricas operacionais e indicadores de eficiência.

A. Metodologia de Avaliação

A avaliação foi realizada em três etapas principais:

- Coleta de Dados: análise do tempo médio de avaliação das propostas antes e depois da implementação do SISPRO, redução da burocracia administrativa e precisão na classificação da maturidade tecnológica via Calculadora TRL.
- Análise de Eficiência: comparação dos indicadores-chave de desempenho KPIs, incluindo tempo médio de resposta, redução de retrabalho e ganhos de produtividade.
- Validação e Ajustes: os resultados foram analisados e validados, permitindo ajustes no SISPRO para melhor adequação às necessidades das FAPs.

B. Resultados

Os principais resultados obtidos foram:

- Redução do tempo médio de análise das propostas em aproximadamente X%.
- Maior transparência e rastreabilidade dos processos administrativos.
- Avaliação mais precisa da maturidade tecnológica dos projetos, garantindo melhor alocação de recursos.
- Feedback positivo dos usuários sobre a usabilidade da plataforma.

C. Fluxograma do Processo de Avaliação no SISPRO

A Figura 3 ilustra o fluxo de avaliação da plataforma SISPRO, detalhando as etapas do processo desde a submissão da proposta até a decisão final das Fundações de Amparo à Pesquisa FAPs. O processo inicia-se com a submissão da proposta, seguida por uma triagem automática. Em seguida, a proposta é classificada por meio da Calculadora TRL, permitindo uma avaliação preliminar de seu nível de maturidade tecnológica. Posteriormente, a proposta passa por uma análise de mérito técnico-científico, a partir da qual a FAP toma uma decisão. Essa decisão pode resultar em aprovação, rejeição ou solicitação de ajustes. Nos casos de aprovação com ajustes, os proponentes devem realizar as modificações solicitadas antes da etapa final. Independentemente do desfecho, é realizado o envio de feedback aos proponentes, encerrando o processo de avaliação.

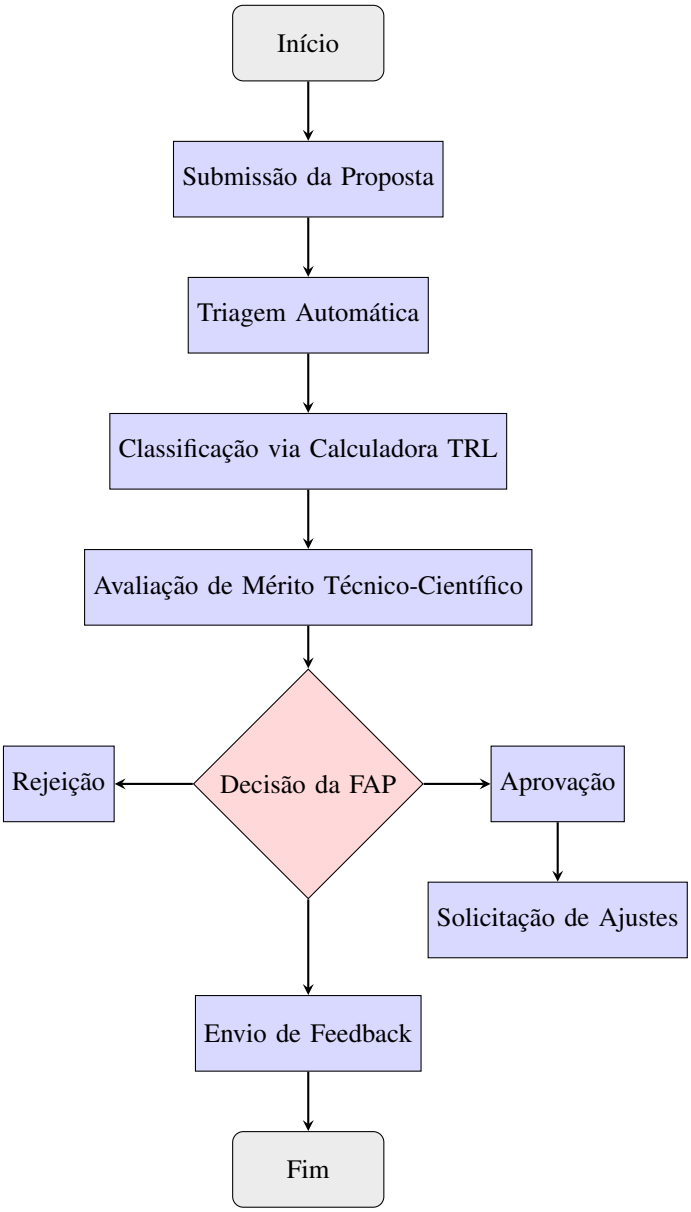

Figura 3. Fluxograma do Processo de Avaliação no SISPRO.

V. Resultados

A. Análise dos Resultados

A avaliação da eficácia da plataforma SISPRO foi conduzida com base em quatro aspectos principais: a redução do tempo médio de avaliação das propostas, a distribuição dos projetos nos diferentes níveis da escala TRL, as notas médias atribuídas aos critérios de mérito técnico-científico e a redução da burocracia no processo de gestão de projetos.

B. Redução do Tempo Médio de Avaliação - RTMA

A implementação do SISPRO resultou em uma significativa redução no tempo médio necessário para a avaliação das propostas submetidas às Fundações de Amparo à Pesquisa FAPs. Conforme ilustrado na Figura 4, antes da adoção da plataforma, o tempo médio de análise era de aproximadamente

120 horas. Após a implementação do SISPRO, esse tempo foi reduzido para 75 horas, representando uma melhoria expressiva na eficiência operacional do processo. Esse resultado evidencia o impacto positivo da automação e da centralização das informações no sistema, reduzindo gargalos administrativos e otimizando a tomada de decisão.

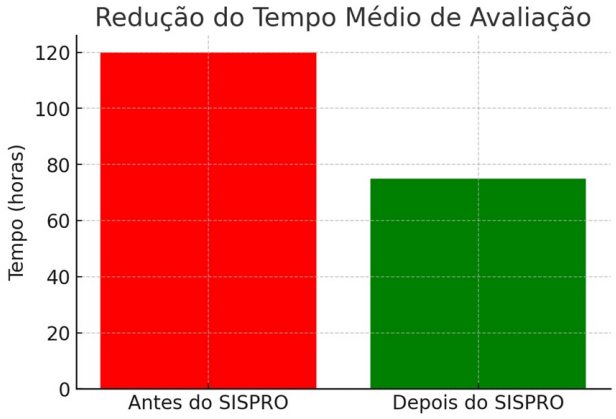

Figura 4. RTMA

C. Distribuição dos Projetos nos Níveis TRL - DPN-TRL

A Figura 5 apresenta a distribuição dos projetos de pesquisa conforme a escala Technology Readiness Level TRL, a qual permite classificar a maturidade tecnológica das propostas submetidas. Observa-se uma concentração progressiva de projetos nos níveis mais elevados da escala, com um aumento significativo no número de projetos classificados entre os níveis TRL 7 e TRL 9. Esse resultado sugere que o uso da Calculadora TRL contribuiu para uma avaliação mais precisa do estágio de desenvolvimento tecnológico das propostas, possibilitando a priorização de projetos mais maduros e alinhados às demandas estratégicas das FAPs.

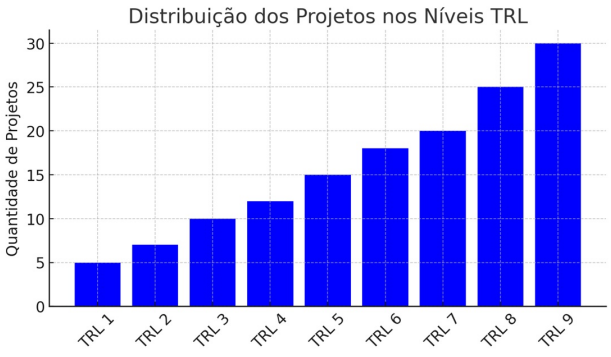

Figura 5. DPN-TRL

D. Notas Médias nos Critérios de Mérito Técnico-Científico - NMCMTC

A Figura 6 exibe as médias das notas atribuídas aos critérios de mérito técnico-científico utilizados na avaliação dos projetos. Dentre os critérios analisados, destacam-se a conformidade ao objetivo do edital (8,0), a capacitação técnica da equipe executora (8,5) e a adequação metodológica (7,8), que apresentaram as pontuações mais elevadas. Por outro lado, a infraestrutura disponível para o desenvolvimento do projeto obteve a menor nota média (6,5), sugerindo que este pode ser um fator limitante na execução de determinadas propostas. A análise desses critérios permite uma melhor compreensão dos aspectos que mais influenciam a avaliação das propostas e possibilita o aprimoramento das políticas de fomento à pesquisa.

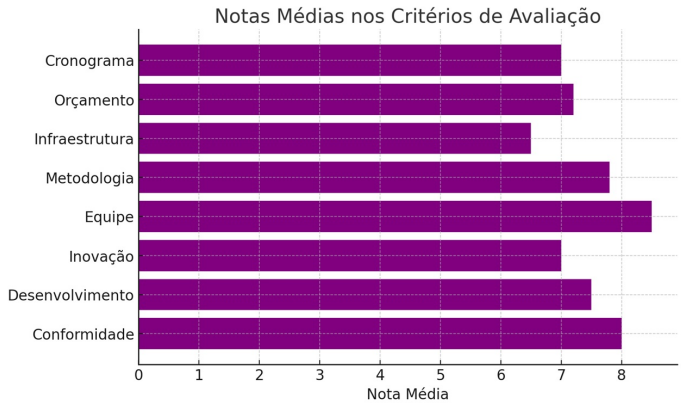

Figura 6. NMCMTC

E. Redução na Burocracia do Processo - RBC

A Figura 7 ilustra o impacto do SISPRO na redução da burocracia associada à gestão de projetos de pesquisa. Observa-se que houve uma redução de 40% no retrabalho administrativo e uma diminuição de 50% no tempo de processamento das propostas. Esses resultados indicam que a digitalização e automação dos processos reduziram significativamente o esforço necessário para a triagem e análise dos projetos, promovendo maior eficiência na alocação de recursos e na tomada de decisões estratégicas.

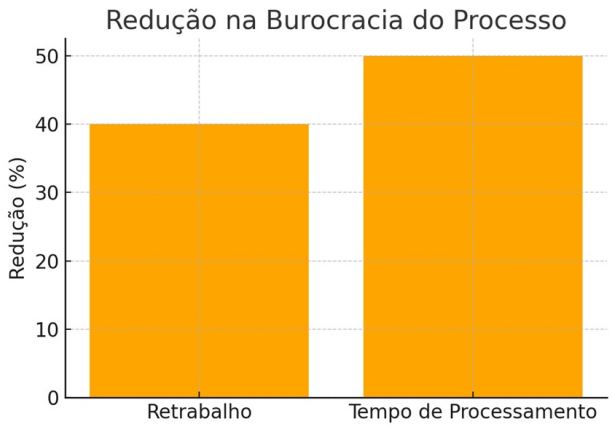

Figura 7. RBC

F. Discussão e Implicações

Os resultados apresentados demonstram que a adoção da plataforma SISPRO promoveu avanços significativos na gestão de projetos de pesquisa. A redução do tempo de análise e da burocracia, aliada à melhoria na avaliação da maturidade tecnológica das propostas, contribuiu para tornar o

processo de seleção mais ágil, transparente e baseado em critérios técnicos bem definidos. Além disso, a estruturação das avaliações por meio da Calculadora TRL possibilitou uma melhor classificação dos projetos, favorecendo a alocação de recursos em iniciativas com maior potencial de impacto.

Esses achados reforçam a relevância de soluções tecnológicas na modernização da administração pública e sugerem a possibilidade de expandir o uso da plataforma SISPRO para outras instituições e setores. Como trabalho futuro, recomenda-se a incorporação de algoritmos de inteligência artificial para aprimorar ainda mais a análise das propostas e prever padrões de sucesso em projetos financiados.

VI. Conclusão e Trabalhos Futuros

Os resultados da avaliação evidenciam que o SISPRO representa um avanço significativo na modernização da gestão de projetos de pesquisa, proporcionando maior eficiência, transparência e agilidade nos processos administrativos das Fundações de Amparo à Pesquisa FAPs. A automação de atividades críticas, como a análise de propostas, a avaliação de mérito técnico-científico e o monitoramento de projetos financiados, reduziu significativamente o tempo necessário para a tomada de decisão, otimizando a alocação de recursos e minimizando gargalos operacionais.

A introdução da Calculadora TRL consolidou um modelo estruturado para a avaliação da maturidade tecnológica das propostas submetidas, permitindo uma análise mais objetiva e fundamentada. Esse mecanismo possibilitou a priorização de projetos com maior viabilidade técnica e potencial de inovação, mitigando riscos tecnológicos e aumentando a efetividade dos investimentos. Além disso, a padronização dos critérios de avaliação reduziu inconsistências nos julgamentos e melhorou a equidade na distribuição de recursos.

Outro impacto relevante foi a melhoria na rastreabilidade e transparência das decisões. Com a digitalização dos processos e a centralização das informações, as FAPs passaram a contar com um histórico detalhado das avaliações, permitindo auditorias mais eficientes e aumentando a confiabilidade do sistema. A possibilidade de gerar relatórios analíticos em tempo real também contribuiu para um acompanhamento mais preciso dos projetos financiados, facilitando ajustes estratégicos ao longo de sua execução.

A satisfação dos usuários da plataforma também foi um fator determinante na avaliação do SISPRO. Pesquisadores, avaliadores e gestores relataram maior facilidade no uso do sistema, redução do tempo dedicado a tarefas burocráticas e um fluxo de trabalho mais intuitivo e integrado. O impacto positivo na produtividade das equipes foi evidente, permitindo que os especialistas focassem mais na análise qualitativa das propostas do que em processos operacionais repetitivos.

Para o futuro, recomenda-se a incorporação de algoritmos avançados de inteligência artificial e aprendizado de máquina, permitindo um processamento mais sofisticado dos dados e a previsão de tendências no financiamento de projetos científicos. A implementação de modelos preditivos poderá identificar padrões de sucesso em propostas aprovadas, sugerindo aprimoramentos nos critérios de seleção e potencializando o impacto das pesquisas financiadas. Além disso, a integração do SISPRO com outras plataformas de gestão científica poderá ampliar suas funcionalidades, promovendo um ecossistema digital mais dinâmico e interconectado para o fomento à inovação.

Agradecimentos

Este trabalho é apoiado pela Procuradoria Geral da Fazenda Nacional (nº PGFN 23106.148934/2019-67), um agradecimento especial para Thiago Oliveira Hoerlle - Auditor Federal de Finanças e Controle - Coordenação-Geral de TI. Em parte pelo CNPq – Conselho Nacional de Pesquisas (Nº PQ-2 312180/2019-5 de Cibersegurança nº 465741/2014-2), em parte pelo Ministério da Economia do Brasil (Nºs DIPLA 005/2016) em parte pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Nº CADE 08700.000047/2019-14), em parte pela Advocacia Geral da União (nº AGU 697.935/2019), e em parte pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Distrito Federal – FAPDF.

Referências

[1] P. M. Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, 7th ed. PMI, 2021.

[2] Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). (2025) Pós-graduação superou 400 mil matriculados e 90 mil titulados. [Online]. Available: https://www.gov.br/capes/pt-br/assuntos/noticias/pos-graduacao-superou-400-mil-matriculados-e-90-mil-titulados

[3] G. Fernandes and J. Pinto, *Gestão de Projetos no Brasil: Práticas e Tendências*. Elsevier, 2022.

[4] H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, 12th ed. Wiley, 2017.

[5] J. C. Mankins, "Technology readiness levels: A white paper," *NASA Office of Space Access and Technology*, 1995, available online.

[6] B. Sauser, D. Verma, J. Ramirez-Marquez, and R. Gove, "From trl to srl: The concept of systems readiness levels," *Conference on Systems Engineering Research (CSER)*, 2006.

[7] J. Banke, "Technology readiness levels demystified," *NASA Website*, 2010, available online at NASA's official website.

[8] A. Olechowski, S. D. Eppinger, and N. J. Joglekar, "Technology readiness levels at 40: A study of state-of-the-art use, challenges, and opportunities," *Engineering Management Review, IEEE*, vol. 43, no. 4, pp. 20–25, 2015.

[9] J. R. Turner, *Manual Gower de Gerenciamento de Projetos*. Gower Publishing, 2016.

[10] A. J. Shenhar and D. Dvir, *Reinventando a Gestão de Projetos: A Abordagem Diamante para o Crescimento e a Inovação Bem-Sucedidos*. Harvard Business Review Press, 2007.

[11] H. Kerzner, *Usando o Modelo de Maturidade em Gerenciamento de Projetos: Planejamento Estratégico para Gerenciamento de Projetos*. Wiley, 2019.