

INTERSEÇÕES ENTRE PLANOS DE GESTÃO DE DADOS ACIONÁVEIS POR MÁQUINA E MÉTRICAS PARA OS PRINCÍPIOS FAIR

INTERSECTION BETWEEN MACHINE-ACTIONABLE DATA MANAGEMENT PLANS AND METRICS FOR FAIR PRINCIPLES

Laura Vilela Rodrigues Rezende^a
Sandra de Albuquerque Siebra^b
Fabiano Couto Corrêa da Silva^c
Denise Oliveira de Araújo^d
Alexandre Faria de Oliveira^e

RESUMO

Objetivo: Este estudo busca analisar interseções entre os Planos de Gestão de Dados acionáveis por máquina (maDMPs) e os Princípios FAIR, investigando como essas duas abordagens podem ser aplicadas para melhorar a gestão e reutilização de dados científicos. **Metodologia:** A pesquisa realizou uma análise relacional entre os dez princípios dos maDMPs, propostos por Miksa et al. (2019), e as métricas do projeto FAIRsFAIR Data Object Assessment Metrics (v.0.4), focando em como os princípios FAIR podem ser implementados fluxos de trabalho de gestão de dados que utilizam os planos de gestão acionáveis por máquina. **Resultados:** O estudo identificou que todos os 10 princípios de maDMPs analisados estão alinhados com as métricas FAIR estudadas. **Conclusões:** Os maDMPs têm potencial para se tornarem uma ferramenta central no ecossistema científico, facilitando a interoperabilidade e o uso de dados em múltiplos contextos. O alinhamento entre maDMP e os princípios FAIR pode aumentar a eficiência na gestão de dados, promover o compartilhamento automatizado de informações entre sistemas e reduzir a carga burocrática para os pesquisadores, ao

^a Doutora em Ciência da Informação pela Universidade de Brasília (UnB). Docente na Universidade Federal de Goiás (UFG). Goiânia, Brasil. E-mail: laura_rezende@ufg.br

^b Doutora em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Docente na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Recife, Brasil. E-mail: sandra.siebra@ufpe.br

^c Doutor en Información y Documentación Sociedad Conocimiento pela Universitat de Barcelona (UB). Docente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, Brasil. E-mail: fabianocc@gmail.com

^d Mestra em Ciência da Informação pela Universidade de Brasília (UnB). Brasília, Brasil. E-mail: denisearaujo@ibict.br

^e Mestre em Gestão Estratégica de Organizações pelo Instituto de Educação Superior de Brasília (IESB). Coordenador de Governança em Tecnologia para Informação e Comunicação no Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Brasília, Brasil. E-mail: alexandreoliveira@ibict.br

mesmo tempo em que melhora a qualidade dos dados gerados. No entanto, sua adoção ampliada, para além dos requisitos tecnológicos e técnicos necessários por parte de todos os envolvidos, requer incentivos institucionais, regulatórios e de mudança cultural.

Descritores: Gestão de Dados. Princípios FAIR. maDMPs. Ciência Aberta.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, movimentos em prol do compartilhamento de dados — formados por lançamentos de diretrizes, melhores práticas, recomendações, dentre outros — têm se tornado cada vez mais efetivos, tendo a Ciência Aberta¹ e seus desdobramentos como bússola norteadora.

Partindo da premissa de que definir o que são dados no âmbito científico necessariamente esbarra nos processos e ações envolvidos na geração destes, bem como nas maneiras como pesquisadores, comunidades e indivíduos os criam, selecionam e utilizam (Silva; Swaitzer; Rezende, 2024), endossa-se o afirmado por Borgman (2015, p. 18), que os dados não são objetos puros ou naturais com uma essência própria. Eles existem em um contexto e possuem significados específicos, dependendo, assim, da perspectiva de quem os interpreta.

Dessa forma, a complexidade em torno da existência dos dados no ecossistema científico é descortinada frente às estratégias de abertura lançadas, que apresentam inúmeros desafios, variando conforme a cultura, região e áreas do conhecimento envolvidas. Uma das estratégias mundialmente reconhecidas são os Princípios FAIR (Wilkinson *et al.*, 2016), inicialmente publicados na revista *Scientific Data*, da *Nature*, no artigo intitulado *The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship*. Esses princípios, resumidamente, orientam que os objetos digitais devem ser Localizáveis (*Findable*), Acessíveis (*Accessible*), Interoperáveis (*Interoperable*) e Reutilizáveis (*Reusable*).

Apesar dos benefícios substanciais de ter dados alinhados aos princípios FAIR, as práticas para sua implementação ainda não são adotadas

¹ “[...] construto inclusivo que combina vários movimentos e práticas que têm o objetivo de disponibilizar abertamente conhecimento científico multilíngue, torná-lo acessível e reutilizável para todos” (UNESCO, 2021, p. 7).

universalmente por várias razões. Dentre elas, destaca-se o fato de que a adoção implica aumento significativo de tempo e de carga de trabalho, exigindo considerações adicionais em cada etapa da gestão de dados. Isso requer desde um planejamento mais complexo e detalhado — incluindo questões adicionais no consentimento dos participantes das pesquisas — até a preparação, documentação, criação, organização, arquivamento e disponibilização dos (meta)dados.

Outra estratégia de abertura de dados amplamente incentivada é a criação de Planos de Gestão de Dados (PGD), documentos que acompanham os projetos de pesquisa e permitem que os pesquisadores registrem as características dos dados, processos e ferramentas empregados na sua gestão ao longo das pesquisas científicas. Os PGDs desempenham um papel fundamental na estruturação dos processos de gestão de dados e na orientação dos pesquisadores (Netscher *et al.*, 2024).

Michener (2015) apresenta dez itens essenciais que devem ser descritos em qualquer PGD: (i) requisitos das agências de fomento que financiarão a pesquisa, (ii) características dos dados a serem coletados, (iii) organização dos dados, (iv) documentação dos dados, (v) garantia da qualidade dos dados, (vi) estratégia de armazenamento e preservação dos dados, (vii) políticas de dados do projeto (licenciamento, considerações éticas), (viii) disseminação dos dados, (ix) funções e responsabilidades dos membros da equipe e (x) orçamento do projeto destinado à gestão de dados.

No entanto, tais informações podem ser consideradas complexas para serem entendidas e descritas. Por esse motivo, de maneira geral, os PGDs são vistos mais como uma tarefa burocrática a ser realizada do que como parte integrante da prática de pesquisa. Essas condições culminaram na necessidade de tornar o preenchimento dos PGDs mais acessível, sem comprometer a qualidade das informações necessárias para os agentes envolvidos no ecossistema científico. Nesse contexto, os PGDs acionáveis por máquinas (do inglês, *machine actionable data management plan*, ou maDMP) visam aprimorar a experiência de todos os envolvidos, facilitando a troca de informações entre ferramentas e sistemas de pesquisa e incorporando os PGDs nos fluxos de

trabalho existentes (Miksa *et al.*, 2019).

2 OS 10 PRINCÍPIOS ESSENCIAIS PARA UM PGD ACIONÁVEL POR MÁQUINA (MADMP)

Os planos de gestão de dados (PGDs) descrevem quais dados serão utilizados, coletados ou gerados durante as atividades de pesquisa e após o término dos projetos (Michener, 2015). Os PGDs também podem ser considerados ferramentas de conscientização para ajudar os pesquisadores a gerenciar seus dados e garantir que eles sejam de alta qualidade, acessíveis e reutilizáveis durante e após o término do projeto.

Em geral, os PGDs são criados manualmente por pesquisadores, que utilizam principalmente documentos textuais na forma de listas de verificação e questionários online (Miksa *et al.*, 2019). Eles vêm sendo cada vez mais exigidos por órgãos e instituições de financiamento de pesquisas em todo o mundo; como exemplos, têm-se: a *National Science Foundation* (NSF)² nos Estados Unidos, a Comissão Europeia pelo programa de fomento *Horizon Europe*³, Bill and Melinda Gates *Foundation*⁴ e no Brasil, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)⁵.

A manifestação mais frequente de um PGD como um documento estático, geralmente criado antes do início de um projeto visando receber financiamento para pesquisa, contribui apenas para a percepção de que os PGDs são uma tarefa burocrática adicional e mandatória. Por vezes, o desconhecimento de sua importância e do processo de gestão de dados de pesquisa como um todo gera a compreensão de que os PGDs não oferecem suporte às atividades de pesquisa.

Impulsionados pelo reconhecimento de que os PGDs acionáveis por máquina podem ter maior valor agregado para todas as partes interessadas,

² Site: <https://new.nsf.gov/funding/data-management-plan>.

³ Site: https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/temp-form/report/data-management-plan_he_en.docx.

⁴ Site: <https://gatesopenresearch.org/documents/5-47>.

⁵ Site: <https://fapesp.br/gestaodados>.

conforme o recém-publicado *Salzburg Manifesto on Machine Actionable Data Management Plans* (Miksa *et al.*, 2024), a comunidade científica que estuda essa temática tem se mobilizado em direção a uma meta compartilhada: transformar os PGDs estáticos em acionáveis por máquina.

Assim, houve um esforço da comunidade científica global para otimizar os PGDs tradicionais e a qualidade dos dados de pesquisa (e metadados) por meio da automação. Esse esforço foi discutido em um workshop que reuniu quase 50 participantes da África, América, Austrália e Europa, realizado em 2017, na *International Digital Curation Conference* (IDCC), em Edimburgo. Na ocasião, foram apresentados estudos de caso de uso de PGDs que subsidiaram a criação dos dez princípios para PGDs acionáveis por máquina (Simms *et al.*, 2017). Os princípios passaram por várias atualizações desde então, por meio de consultas aos grupos temáticos *Research Data Alliance* (RDA) e FORCE11. A versão atual considera os feedbacks recebidos por representantes das partes interessadas, que serão descritas no Quadro 1, a seguir.

Miska *et al.* (2019) apresentam os dez princípios para implementar os PGDs acionáveis por máquina (maDMPs) e obter seus benefícios. Os princípios descrevem ações específicas que várias partes interessadas (stakeholders) já estão ou deveriam estar realizando para colaborar nas comunidades de pesquisa e implementar efetivamente os PGDs acionáveis por máquina.

Antes de apresentar os princípios, faz-se necessário entender os principais agentes envolvidos, bem como as funções em nível macro que estes representam no ecossistema científico. Destaca-se que a nomenclatura utilizada para os agentes listados na Figura 1 pode variar conforme o contexto. Resumidamente, os agentes exercem as seguintes funções específicas:

Quadro 1 - Síntese dos agentes do ecossistema científico envolvidos no funcionamento do maDMP.

Agentes	Descrição
Agência de Fomento	Agências de financiamento e fundações que especificam requisitos para PGDs e monitoram a conformidade.
Comitê de ética	órgãos que, em geral, estão nas instituições de pesquisa e autorizam pesquisas envolvendo seres humanos.

Consultor/Assessor jurídico	Órgãos responsáveis por questões que envolvem transferência de tecnologia, propriedade industrial e intelectual (patentes, direitos autorais).
Pesquisador	Pesquisador principal e colaboradores.
Editores de periódicos	Fornecem serviços de publicação de artigos e dados.
Operador de repositório	Repositórios de dados gerais (Zenodo, Figshare, Harvard Dataverse), disciplinares (GenBank, ICPSR) e institucionais.
Provedor de infraestrutura	Provedores de sistemas para criação de PGDs (DMPTool, DMPonline), administração de subsídios, perfis de pesquisadores, templates específicos, dentre outros recursos.
Equipe de apoio à pesquisa	Gerentes/curadores de dados, administradores de pesquisa e bibliotecários de dados.
Gestor institucional	Órgão de pesquisa (pró-reitorias de pesquisa e pós-graduação), diretores de serviços de informação, bibliotecários da instituição, dentre outros.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Miksa *et al.* (2019).

Consolidando todas as funções específicas dos agentes que deveriam estar envolvidos na implementação de um PGD acionável por máquina, a Figura 2 apresenta as funções em nível macro que devem orientar todo o funcionamento desse tipo de sistema.

Figura 2 - Funções macro que representam os diversos agentes envolvidos no ecossistema do PGD.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Miksa *et al.* (2019).

Destaca-se, nesse sentido, que as funções apresentadas na Figura 2 resumem-se à necessidade essencial de políticas de incentivo ao uso e implementação, bem como ao fornecimento de infraestrutura técnica e

tecnológica adequada para o uso efetivo de PGDs. Além disso, a elaboração e atualização de PGDs em plataformas acionáveis por máquina são fundamentais e requerem processos formativos para pesquisadores e demais envolvidos, visando ao entendimento completo da gestão de dados em todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa. O Quadro 2 apresenta os 10 princípios considerados essenciais para a elaboração de um PGD acionável por máquina.

Quadro 2 - Síntese dos 10 Princípios para PGDs Acionáveis por Máquina

1) Integrar os PGDs nos fluxos de trabalho de todas as partes interessadas no ecossistema de dados de pesquisa científica;
2) Permitir que sistemas automatizados atuem em nome das partes interessadas;
3) Criar políticas (também) para máquinas, não apenas para pessoas;
4) Descrever - para máquinas e humanos - os componentes do ecossistema de gestão de dados de pesquisa científica;
5) Utilizar PID⁶s e vocabulário controlados;
6) Seguir um modelo de dados comum para maDMPs;
7) Disponibilizar PGDs para consumo humano e de máquinas;
8) Apoiar a avaliação e o monitoramento da gestão de dados de pesquisa científica;
9) Tornar os PGDs atualizáveis, dinâmicos e com recursos de versionamento;
10) Tornar os PGDs disponíveis publicamente.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Miksa *et al.* (2019).

Faz-se necessário pontuar que esses dez princípios descrevem diretrizes específicas para a implementação dos maDMPs. São independentes de qualquer ferramenta, tecnologia ou modelo específico de PGD ou agência de fomento. Além disso, não é exigido que todas as partes interessadas os implementem simultaneamente. A adoção pode ocorrer inicialmente em escala reduzida, no nível institucional, expandindo-se para uma rede de serviços. Por fim, os princípios não oferecem orientações para pesquisadores que elaboram um PGD tradicional, uma vez que essas já existem e podem ser consultadas,

⁶ Trata-se de uma sequência de letras e números usada para distinguir e localizar diferentes objetos, pessoas ou conceitos. Um exemplo dos PIDs é o DOI. Site: <https://www.nnlm.gov/guides/data-glossary/persistent-unique-identifier>.

por exemplo, no trabalho de Michener (2015).

3 O MODELO DE MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO DE OBJETOS DIGITAIS FAIRSFAIR

Visando padronizar processos de medições de níveis FAIR dos dados de pesquisa e considerando diferentes contextos científicos, o Grupo de Trabalho RDA⁷ “Modelo de maturidade de dados FAIR”, estabelecido em janeiro de 2019, desenvolveu um conjunto de critérios de avaliação para “FAIRness”, cujo nome é o mesmo do grupo, formalizado como uma Recomendação RDA (RDA, 2024). O modelo da RDA é considerado uma das referências mais relevantes sobre métricas de adequação aos princípios FAIR. No entanto, constatou-se que, devido ao seu alto grau de granularidade, com um total de 41 indicadores, seria necessário sintetizá-lo para possibilitar sua relação com os princípios dos planos de gestão de dados acionáveis por máquina. Assim, neste estudo, optou-se pelo modelo do projeto europeu FAIRsFAIR Data Object Assessment Metrics (versão 0.4), que é baseado no modelo de referência da RDA e apresenta um conjunto sintetizado de métricas para avaliação de objetos de dados conforme os princípios FAIR.

O projeto FAIRsFAIR⁸ tem como objetivo desenvolver soluções práticas para facilitar a aplicação dos princípios FAIR em todo o ciclo de vida dos dados de pesquisa. As métricas FAIRsFAIR foram criadas com a finalidade de padronizar a avaliação da conformidade da gestão de dados com esses princípios. Embora os princípios FAIR possam ser aplicados a qualquer objeto digital, o projeto concentra-se em um subconjunto específico: dados de pesquisa que são coletados, medidos ou criados para fins de análise científica, o que constitui o foco deste estudo. Esse escopo, por sua vez, motivou a escolha desse conjunto de métricas para relacioná-las aos princípios de um PGD acionável por máquina.

⁷ *Research Data Alliance* (RDA) é uma entidade que desenvolve diretrizes, orientações e padrões para a gestão, abertura e melhores usos de dados no ambiente digital. Site: <https://www.rd-alliance.org/groups/fair-data-maturity-model-wg/outputs/?output=94549>.

⁸ Site: <https://www.fairsfair.eu/the-project>.

O Quadro 3 apresenta as métricas definidas pelo modelo, alinhadas aos princípios FAIR. Os identificadores das métricas nele apresentados foram definidos de acordo com uma convenção de nomenclatura específica. Cada identificador inicia com a forma abreviada do nome do projeto (FsF - FAIRsFAIR), seguida pelo identificador do princípio FAIR correspondente e por um identificador específico que distingue o recurso a ser avaliado com base na métrica, indicando se se trata de dados (D) ou metadados (M).

Quadro 3 - Conjunto de 17 métricas de avaliação de objetos de dados conforme os princípios FAIR

Princípio FAIR original	Identificador	Nome
F1. Aos (Meta)dados são atribuídos um identificador único e persistente;	01D	Os dados recebem um identificador globalmente exclusivo.
	02D	Os dados recebem um identificador persistente
F2. Dados são descritos com metadados bem detalhados (relacionado com R1);	01M	Os metadados incluem elementos essenciais descritivos (criador, título, identificador de dados, publicador, data de publicação, resumo e palavras-chave) para apoiar a capacidade de localização dos dados.
F3. Metadados incluem de maneira clara e explícita os identificadores únicos persistentes dos dados que estão sendo descritos;	01M	Os metadados incluem o identificador dos dados que descrevem.
F4. Os metadados são registrados ou indexados em um recurso de busca.	01M	Os metadados são oferecidos de forma que possam ser recuperados por máquinas.
A1.2 O protocolo permite rotinas de autenticação e autorização quando necessário;	01M	Os metadados contêm o nível e as condições de acesso dos dados.
A.1 Os (Meta)dados são recuperados por seus identificadores únicos persistentes por meio de protocolos de comunicação padronizados; A1.1 O protocolo deve ser aberto, gratuito e amplamente implementado e utilizado; A1.2 O protocolo permite rotinas de autenticação e autorização	02M	Os metadados são acessíveis por meio de um protocolo de comunicação padronizado
	03D	Os dados podem ser acessados por meio de um protocolo de comunicação padronizado

quando necessário;		
A2. Os (Meta)dados são acessíveis, mesmo quando os dados não estão mais disponíveis.	01M FsF-A2-	Os metadados permanecem disponíveis, mesmo que os dados não estejam mais disponíveis
I.1. Os (Meta)dados utilizarem linguagem de representação formal do conhecimento, acessível, compartilhada e de aplicação ampla;	01M FsF-I1-	Os metadados são representados usando uma linguagem formal de representação de conhecimento.
I.2. Os (Meta)dados utilizam vocabulários e/ou ontologias alinhadas aos princípios FAIR;	01M FsF-I2-	Os metadados usam recursos semânticos.
I.3 Os (Meta)dados incluem referências qualificadas a outros metadados;	01M FsF-I3-	Os metadados incluem links entre os dados e suas entidades relacionadas.
R.1 Os (Meta)dados devem ser descritos detalhadamente com uma pluralidade de acurácia e atributos relevantes;	01MD FsF-R1-	Os metadados especificam o conteúdo dos dados.
R1.1 Os (Meta)dados são disponibilizados com uma licença de acesso e uso clara e acessível;	FsF-R1.1- 01M	Os metadados incluem informações da licença sob as quais os dados podem ser reutilizados.
R1.2 Os (Meta)dados estão associados à informações de proveniência detalhadas;	FsF-R1.2- 01M	Os metadados incluem informações de proveniência sobre a criação ou geração de dados.
R1.3 Os (Meta)dados estão alinhados aos padrões relevantes da área do conhecimento (comunidade) específica a que se referem.	FsF-R1.3- 01M	Os metadados seguem um padrão recomendado pela comunidade de pesquisa alvo dos dados.
	FsF- R1.3-02D	Os dados estão disponíveis em um formato de arquivo recomendado pela comunidade de pesquisa alvo.

Fonte: Devaraju et al. (2022).

Das 17 métricas de avaliação de dados apresentadas no Quadro 3, observa-se que elas abordam os princípios FAIR aplicados aos dados de pesquisa, com exceção dos itens A1.1 e A1.2 (relacionados a protocolo aberto, autenticação e autorização) e I2 (vocabulários e ontologias). Ainda assim, essas métricas farão parte da análise relacional que será apresentada a seguir.

4 ANÁLISE RELACIONAL ENTRE O CONJUNTO DE PRINCÍPIOS ESSENCIAIS PARA UM PGD ACIONÁVEL POR MÁQUINA (MADMP) E O MODELO DE MÉTRICAS PARA OS PRINCÍPIOS FAIR DO FAIRSFAIR

Nos parágrafos a seguir, apresenta-se a análise relacional dos princípios essenciais para um PGD acionável por máquina com as métricas do FAIRsFAIR descritas anteriormente. Além disso, são incluídos elementos adicionais relacionados a definições políticas e institucionais dos agentes envolvidos no ecossistema científico, que, embora não estejam diretamente contemplados nos princípios FAIR, são fundamentais para estabelecer essa relação e promover melhores práticas na gestão de dados de pesquisa.

É importante esclarecer que, embora a análise a seguir faça referência indireta ao preenchimento dos PGDs, seu foco principal recai nas funcionalidades a serem implementadas nas ferramentas de elaboração de PGDs acionáveis por máquina (maDMP), abrangendo todos os agentes e sistemas relacionados.

4.1 1º PRINCÍPIO MADMP: INTEGRAR OS PGDs NOS FLUXOS DE TRABALHO DE TODAS AS PARTES INTERESSADAS (STAKEHOLDERS) NO ECOSSISTEMA DE DADOS DE PESQUISA CIENTÍFICA

Considerando que a criação de um PGD é uma responsabilidade compartilhada entre os agentes envolvidos, uma gestão de dados adequada exige um modelo comum para maDMPs (6º princípio maDMP), com informações estruturadas e precisas, que abranjam tanto aspectos institucionais quanto técnicos. No contexto do ecossistema científico, alguns agentes atuam como provedores e outros como consumidores de informações nos maDMPs, dependendo também da fase do projeto (de modo geral: planejamento, desenvolvimento, armazenamento e preservação), conforme o 9º princípio maDMP.

As partes interessadas podem se comunicar entre si por meio dos maDMPs. Por exemplo, um operador de repositório pode definir um período de embargo e atribuir uma licença adequada aos dados enviados pelos

pesquisadores, com base nas informações fornecidas no PGD. Essas informações, por sua vez, podem ser acessadas por uma agência de fomento para verificar a implementação do PGD, especialmente se os resultados de pesquisa foram publicados ou depositados em infraestruturas tecnológicas confiáveis (tais como periódicos, repositórios, bases de protocolos e outros sistemas).

As mudanças organizacionais necessárias para o funcionamento efetivo dos maDMPs devem garantir que as tarefas de gestão de dados se tornem rotineiras e organizadas, em vez de esporádicas. Por exemplo, consultores jurídicos devem participar da seleção de licenças, enquanto os provedores de infraestrutura (TI) devem aconselhar sobre as melhores ferramentas e infraestrutura para a gestão de dados. Esse processo deve ser sustentado por meios técnicos que permitam a atuação automatizada dos sistemas em nome das partes interessadas, conforme estabelecido no 2º princípio maDMP.

No contexto dos princípios FAIR, entende-se que esse princípio se relaciona com todos os demais, especialmente com o de *Interoperabilidade*, uma vez que a conexão entre os sistemas dos agentes envolvidos é essencial para que os dados possam ser vinculados a outros elementos do seu contexto (como pesquisadores, instituições, publicações, repositórios, entre outros).

4.2 2º PRINCÍPIO MADMP: PERMITIR QUE SISTEMAS AUTOMATIZADOS ATUEM EM NOME DAS PARTES INTERESSADAS

Esse princípio possui uma relação direta com o primeiro, pois o envolvimento efetivo de todas as partes depende da existência de sistemas que operem automaticamente em seu nome, reduzindo a necessidade de interação humana. Além dos serviços que automatizam tarefas, é necessário, por exemplo, disparar notificações automáticas quando a intervenção humana for exigida. Entre os exemplos de tarefas automatizadas, destacam-se:

- **Coleta de dados administrativos:** um serviço que atua em nome dos **pesquisadores** responsáveis pela elaboração do PGD, coletando informações administrativas, como afiliação, número de concessão de

fomento, e-mail e dados de bancos de dados institucionais, como os sistemas CRIS (*Current Research Information Systems*). Os PGDs também podem alimentar esses sistemas CRIS, em alinhamento com os princípios FAIR F2, A2 e R2.

- **Seleção de licença:** um serviço que atua em nome de **consultores jurídicos** e propõe licenças para o compartilhamento de dados, considerando as políticas que se aplicam ao projeto e o tipo de dados. Já existe um assistente da EUDAT⁹ que oferece funcionalidade automática de auxílio na escolha das licenças (relacionado com o princípio FAIR adaptado: A2, R2). O DOAJ¹⁰ (Diretório de Periódicos de Acesso Aberto) oferece mecanismos de busca por periódicos por tipos de licenças praticadas. No âmbito brasileiro, tem-se o diretório das revistas científicas eletrônicas brasileiras (Miguilim¹¹), uma iniciativa do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), que agrega, em um único local, informações essenciais sobre as políticas editoriais de revistas científicas editadas e publicadas no Brasil.
- **Reserva de armazenamento:** um serviço que atua em nome de um **operador de repositório** e reserva antecipadamente espaço de armazenamento para os dados ao final do projeto. (relacionado com os princípios FAIR: F1, F2, A2, I1).
- **Depósito de dados:** um serviço que atua em nome de um **operador de repositório** para depositar dados e metadados associados, usando informações do PGD, como períodos de embargo, tipos de licença e padrões de metadados, para definir automaticamente as propriedades dos dados ingeridos (relacionado com todos os princípios FAIR adaptados).
- **Validação e conformidade:** um serviço que atua em nome de uma **agência de fomento** e verifica a conformidade com suas políticas, por exemplo, verificando se os dados descritos em um PGD estão acessíveis

⁹ Site: <https://eudat.eu/services/userdoc/license-selector>.

¹⁰ Em inglês: *Directory of Open Access Journals* <https://doaj.org/>.

¹¹ Site: <https://miguilim.ibict.br/>.

no tempo indicado e sob as licenças apropriadas (relacionado com os princípios FAIR: F1, F2, A2, R1 e R2).

4.3 3º PRINCÍPIO MADMP: CRIAR POLÍTICAS (TAMBÉM) PARA MÁQUINAS, NÃO APENAS PARA PESSOAS

Esse princípio se aplica a todas as partes interessadas que fornecem políticas relacionadas a dados, sendo que as interações entre humanos, bem como entre humanos e sistemas, são orientadas por normas culturais, algumas das quais são formalizadas por meio de documentos legais: termos, memorandos, plano de ação, diretrizes, contratos, políticas ou leis. Para simplificar, Miksa *et al.* (2019) referem-se a esses documentos coletivamente como políticas. Assim, pode haver várias políticas relevantes para um determinado PGD, como aquelas relacionadas a compartilhamento, qualidade e segurança dos dados ou análise ética. O ideal é que as políticas evitem premissas amplas, sendo específicas o suficiente para serem facilmente aplicadas e testadas. Requisitos mais específicos podem ser divididos em um conjunto de princípios que verificam determinadas propriedades, como registro e disponibilidade do recurso, identificador persistente, licença, entre outros.

É necessário envidar esforços para tornar as políticas menos ambíguas, mais detectáveis e acionáveis por máquinas. Um exemplo de política acionável por máquina foi desenvolvido pelo projeto PERICLES¹², financiado pela União Europeia, e utilizado no domínio da preservação digital. Além disso, a relação entre os princípios FAIR pode ser visualizada através do princípio F2, que aborda a necessidade de metadados ricamente descritos, e do princípio F4, que orienta para que os metadados possam ser recuperados por máquinas. O princípio I3 sugere que os metadados incluam links entre os dados e suas entidades relacionadas, enquanto o princípio R1 afirma que os metadados devem incluir informações sobre as licenças sob as quais os dados podem ser reutilizados. Ressalta-se que todas essas informações devem integrar as políticas.

¹² Site: <https://pmtip.hb.se/policies-policy-creation-and-management-using-the-policy-editor/pericles-policy-editor/policy-editor-demo/>.

4.4 4º PRINCÍPIO MADMP: DESCREVER - PARA MÁQUINAS E HUMANOS - OS COMPONENTES DO ECOSISTEMA DE GESTÃO DE DADOS DE PESQUISA CIENTÍFICA

Esse princípio fundamenta-se na necessidade de fornecer uma maneira comum de descrever componentes específicos de um ecossistema de gestão de dados, como repositórios, que possam ser descobertos tanto por humanos quanto por máquinas. Especificamente, seria viável, por exemplo, implementar um serviço que sugira um repositório com base nas informações fornecidas no maDMP (como padrões de metadados utilizados e princípios FAIR praticados, entre outros). Assim, os pesquisadores poderiam receber uma lista de repositórios que atendam aos critérios por eles selecionados.

Sugere-se, neste princípio, aproveitar a quantidade considerável de informações e serviços funcionais já existentes, alguns dos quais oferecem as interfaces de programação de aplicativos (APIs) necessárias para dar suporte aos maDMPs. Exemplos incluem o DOAJ, Miguilim, Re3data e o OpenDOAR (que sofrerá mudanças anunciadas em breve), que fornecem informações essenciais sobre milhares de repositórios de dados e periódicos (como tipos de conteúdo, licenças, localização e políticas de preservação, entre outras). Observa-se uma relação com todos os princípios FAIR, especialmente aqueles relacionados à letra “F”, que aborda a localizabilidade dos dados/metadados (tanto por humanos quanto por máquinas), e “I”, que se refere à interoperabilidade.

4.5 5º PRINCÍPIO MADMP: UTILIZAR PIDS E VOCABULÁRIOS CONTROLADOS

Parte-se do pressuposto de que os PGDs devem ser documentos dinâmicos (conforme o 9º princípio maDMP), uma vez que a quantidade e a granularidade das informações contidas neles evoluem ao longo do tempo. Por esse motivo, para implementar maDMPs, é necessário utilizar vocabulários controlados e PIDs sempre que possível.

Os vocabulários controlados oferecem uma lista de termos comuns e bem definidos que podem ser utilizados para caracterizar dados ou descrever fluxos de trabalho associados. Os PIDs fornecem uma maneira de identificar e localizar

recursos, podendo ser usados para se referir a pessoas, publicações, conjuntos de dados, tipos de arquivos, repositórios, organizações, políticas e outros elementos do ecossistema científico. Por exemplo, os pesquisadores principais podem ser identificados pelos ORCIDs ou Lattes, enquanto seus dados de pesquisa e publicações podem ser referenciados pelos DOIs. As instituições de pesquisa e agências de fomento podem ser identificadas pelo *Research Organization Registry*¹³ (ROR). Nos casos em que não existe um sistema de identificação, os maDMPs podem empregar vocabulários controlados.

Deve ser possível selecionar, em vez de digitar, o padrão de metadados apropriado ou uma licença para os dados. Essa abordagem aliviaria as descrições genéricas e sem sentido comumente encontradas nos PGDs tradicionais. Esse princípio está relacionado aos princípios FAIR: F1 e F2, que tratam de identificadores únicos e persistentes; A2, que afirma que deve-se assegurar que os metadados permaneçam disponíveis mesmo que os dados estejam indisponíveis; e I1, que indica que os metadados devem ser representados utilizando linguagens de representação do conhecimento.

4.6 6º PRINCÍPIO MADMP: SEGUIR UM MODELO DE DADOS COMUM PARA MADMPs

Um modelo de dados comum é um meio para a troca de informações entre as partes interessadas (conforme o 1º Princípio maDMP), em um formato acionável por máquina, permitindo, assim, a interoperabilidade de ferramentas e serviços que atuam em nome das partes interessadas (conforme o 2º Princípio maDMP). Ele também estrutura as informações, o que contrasta com o texto livre coletado por meio dos questionários típicos das ferramentas tradicionais de PGD.

Sugere-se que o modelo seja modular, com uma estrutura central comum a todos os PGDs e um mecanismo para incluir extensões que descrevam aspectos específicos da gestão de dados ou atendam a requisitos particulares das áreas do conhecimento. O modelo também deve reutilizar padrões existentes, vocabulários controlados e modelos para organizar as informações

¹³ Site: <https://ror.org/>.

de maneira sistemática (conforme o 5º Princípio maDMP).

O modelo de dados comum não afeta a arquitetura interna de componentes específicos dentro do ecossistema de gestão de dados. Cada componente pode modelar as informações internamente da maneira que melhor se adequar à sua finalidade. No entanto, quando as informações são trocadas entre os componentes, elas devem ser modeladas utilizando o modelo de dados comum. Essa modelagem permanece transparente para as partes interessadas que criam e atualizam os PGDs, e, quando sua contribuição for necessária, elas serão notificadas e receberão as informações relevantes (conforme o 2º Princípio maDMP).

Esse princípio está alinhado com todos os princípios FAIR, uma vez que permite efetivamente que os dados sejam criados, manipulados e armazenados em condições previamente estabelecidas de confiabilidade por meio do modelo de dados comum. Somente com esse tipo de elemento em comum as partes interessadas poderão ser interligadas via sistemas, proporcionando cruzamentos e relações entre dados e metadados, tornando os dados disponíveis.

4.7 7º PRINCÍPIO MADMP: DISPONIBILIZAR PGDs PARA CONSUMO HUMANO E DE MÁQUINAS

O público-alvo dos PGDs tradicionais inclui os pesquisadores proponentes, os revisores e as agências de fomento, especialmente no estágio de submissão de propostas para financiamento de pesquisas. A implementação bem-sucedida desse princípio exige que os PGDs não sejam mais tratados como materiais exclusivos de concessão de fomento.

Ao transformar os maDMPs em documentos públicos (conforme o 10º Princípio maDMP), eles têm maior probabilidade de serem consultados por todos os agentes envolvidos nas distintas etapas da pesquisa. Para isso, funcionalidades de versionamento disponíveis tanto para humanos quanto para máquinas, notificações automáticas de alterações, preferencialmente em diferentes níveis de granularidade, entre outras, podem favorecer esse consumo

bilateral. É imperativa a contribuição humana e, sempre que possível, deve-se evitar o texto livre, fornecendo informações estruturadas, legíveis e acionáveis por máquina, ampliando o potencial de reutilização.

Esse princípio está alinhado com todos os princípios FAIR, pois orienta que os dados e metadados sejam estruturados em condições previamente estabelecidas para o consumo por humanos e máquinas. Somente com esse tipo de alinhamento é possível garantir que os dados sejam localizáveis, acessíveis, interoperáveis e, consequentemente, reutilizáveis.

4.8 8º PRINCÍPIO MADMP: APOIAR A AVALIAÇÃO E O MONITORAMENTO DA GESTÃO DE DADOS DE PESQUISA CIENTÍFICA

Embora a ênfase deste conjunto de princípios esteja no aprimoramento da qualidade dos PGDs, permitindo que os pesquisadores gerenciem seus dados, é fundamental reconhecer que as agências de fomento e os formuladores de políticas públicas em ciência têm um elevado potencial para impulsionar a demanda por PGDs. Essa relação é particularmente pertinente ao 8º princípio, que se conecta aos 1º, 3º, 5º e 6º princípios para maDMPs. Por esse motivo, a estrutura dos maDMPs, bem como todo o ecossistema de serviços, deve apoiar o monitoramento da conformidade dos PGDs. Os revisores e outras partes interessadas ainda precisam de uma narrativa legível por humanos, embora o fornecimento de políticas em formatos acionáveis por máquinas (conforme o 3º Princípio maDMP) também facilite o monitoramento automatizado, por exemplo, dos resultados da pesquisa ou da conformidade com as políticas aplicáveis.

Exemplificando, em uma fase inicial da criação de um PGD, as ferramentas podem verificar se a licença selecionada para o compartilhamento de dados está em conformidade com a política de uma agência de fomento. Em uma fase posterior, quando os dados são criados e supostamente depositados em um repositório, as ferramentas podem verificar automaticamente se os dados em questão foram depositados e estão acessíveis e licenciados conforme prescrito pela política aplicável. Isso permitiria que as partes interessadas relevantes, especialmente revisores e agências de fomento, monitorassem a

conformidade do PGD por meio de processos automatizados.

Os PGDs acionáveis por máquina não devem ser considerados um meio de avaliação por si só; eles devem refletir a realidade da pesquisa em questão, mesmo que não estejam alinhados com as melhores práticas de gerenciamento de dados. Sendo assim, este princípio para maDMP está alinhado com todos os princípios FAIR, uma vez que se relaciona à avaliação e monitoramento da gestão dos dados durante todas as etapas da pesquisa científica, assim como às partes interessadas envolvidas, por meio de sua atuação e sistemas específicos interoperáveis com o maDMP.

4.9 9º PRINCÍPIO MADMP: TORNAR OS PGDs ATUALIZÁVEIS, DINÂMICOS E COM RECURSO DE VERSIONAMENTO

Uma vez que a premissa básica dos maDMPs é que deixem de ser documentos estáticos, entende-se que eles não devem ser vistos apenas como um “plano”, mas como documentos atualizáveis e com versões que representam e registram, de maneira evolutiva, o estado real da gestão de dados à medida que o projeto se desenvolve. Assim, considerando que o ato de planejar é muito mais importante do que o plano em si, este tem de evoluir para que possa ter importância aos pesquisadores e outras partes interessadas.

As alterações nos maDMPs devem desencadear notificações em níveis configuráveis de granularidade conforme as partes interessadas (de acordo com o 7º Princípio maDMP). Por exemplo, quando um novo evento é registrado num sistema, este pode passar, automaticamente, essa informação para as plataformas CRIS, sistemas de gestão de bolsas de fomento, repositórios ou outras ferramentas relacionadas.

A atualização do PGD acionável por máquina pode nem sempre necessitar de intervenção humana, com algumas das alterações podendo ser feitas automaticamente, desencadeadas por eventos em outros sistemas do ecossistema científico. Por exemplo, quando os dados são depositados, o PGD pode ser atualizado com o registro de local, data, hora e o PID do conjunto de dados.

Esse princípio de maDMP está alinhado com todos princípios FAIR, em especial os que versam sobre interoperabilidade, uma vez que ele está relacionado com a atualização dinâmica de informações dos PGDs na gestão dos dados, durante todas as etapas da pesquisa científica e, também, com as partes interessadas envolvidas, por meio de sua atuação e sistemas específicos interoperáveis com o maDMP.

4.10 10º PRINCÍPIO MADMP: TORNAR O PGD DISPONÍVEL PUBLICAMENTE

O PGD é considerado o primeiro registro que indica, de maneira concreta, os dados que serão criados no âmbito de um projeto de pesquisa e como serão geridos. Assim, espera-se que os PGDs sejam compartilhados publicamente e sob licenças abertas logo após sua criação (conforme o 9º princípio maDMP) e durante o processo de pesquisa de forma ampliada (conforme o 1º princípio maDMP). Quando isso não for possível, eles podem ser compartilhados posteriormente (por exemplo, ao final do projeto), em contextos limitados (por exemplo, dentro de uma instituição) ou em partes (por exemplo, metadados do projeto, como o número da submissão, o resumo e os resultados relacionados).

As razões para a não realização do compartilhamento antecipado na íntegra ou de forma mais ampliada devem ser declaradas de maneira acionável por máquina, utilizando, por exemplo, um modelo normalizado, no qual a justificativa para a opção de exclusão seja feita com um vocabulário controlado. Isso permitiria que as partes interessadas acompanhassem informações sobre tais circunstâncias, auxiliando na elaboração ou atualizações futuras das políticas de gestão de dados.

Se as partes interessadas tiverem acesso antecipado aos PGDs (ou a seções específicas deles), poderão agregá-los, extrair as informações neles contidas e manipulá-las de acordo com os diferentes parâmetros do modelo de dados do PGD (conforme os 6º e 7º princípios maDMP). Essa prática caracteriza-se formalmente como melhores práticas de gestão de dados, em conformidade com todos os princípios FAIR, que têm como foco principal o reuso dos dados, ou seja, que eles estejam disponíveis para serem reutilizados. Entende-se que,

ao facilitar o monitoramento e a avaliação dos dados (conforme o 8º princípio maDMP), estimula-se o desenvolvimento de ferramentas que explorem os corpos informacionais dos PGDs, permitindo que humanos e máquinas possam interagir (conforme os 2º e 7º princípios maDMP).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os PGDs tradicionais geralmente são elaborados no início de um projeto e raramente são utilizados posteriormente, principalmente porque a infraestrutura dos PGDs estáticos não suporta as complexas relações de muitos para muitos entre uma ampla variedade de participantes que contribuem e/ou consomem diferentes elementos dos PGDs.

Por outro lado, os PGDs acionáveis por máquinas podem atuar como um documento central na dinâmica do fazer científico em todas as áreas do conhecimento. Isso se deve ao fato de que as ferramentas de PGDs acionáveis por máquina têm se atualizado constantemente, incorporando funcionalidades e interligações que otimizam o preenchimento por parte dos pesquisadores, com o uso de formulários cada vez mais sucintos e automatizados. Pode-se citar como exemplos dessas ferramentas a DMPTool¹⁴, Argos¹⁵, a ferramenta derivada do DMPTool, PGD-BR¹⁶ e o FioDMP¹⁷ da Fiocruz no contexto brasileiro, dentre outras.

Assim, com o avanço das ferramentas de automação e interoperabilidade, espera-se que os maDMPs se tornem ainda mais integrados aos fluxos de trabalho de pesquisa, otimizando o monitoramento e a avaliação dos dados gerados. Por essa razão, é fundamental que essas ferramentas estejam pautadas em princípios que conferem qualidade na disponibilização dos dados, como os princípios FAIR.

A análise relacional realizada neste estudo demonstra que todos os princípios essenciais para maDMP e os princípios FAIR estão interconectados,

¹⁴ Site: <https://dmptool.org/>

¹⁵ Site: <https://argos.openaire.eu/home>

¹⁶ Site: <https://pgd.ibict.br/>

¹⁷ Site: <https://fiodmp.fiocruz.br/>

evidenciando que o PGD acionável por máquina pode se tornar um documento dinâmico que atua como um hub no processo de pesquisa científica. De fato, este estudo apresenta uma abordagem conceitual, política, técnica e tecnológica sobre a relação entre melhores práticas (princípios FAIR) e o PGD acionável por máquina, que deve ser visto como um documento criado e alimentado por agentes do ecossistema científico, sendo uma representação do que é feito com os dados e não dos dados propriamente ditos.

Por fim, a diversidade entre as áreas do conhecimento também deve ser considerada. Áreas como a biomedicina e as ciências sociais enfrentam desafios únicos na aplicação dos princípios FAIR e dos maDMPs. Por exemplo, nas pesquisas relacionadas às ciências da saúde, existem preocupações com a privacidade dos participantes e o manejo de dados sensíveis, que demandam uma cultura de proteção de dados. Isso pode, inclusive, gerar resistência aos princípios FAIR e, em alguns casos, levar a uma interpretação errônea de que os dados e o software devem ser tão abertos quanto possível e tão fechados quanto necessário, em vez de exigir um compartilhamento irrestrito. As ciências sociais e humanas apresentam várias particularidades, especialmente em relação aos métodos empregados em suas pesquisas, que também precisam ser consideradas. Por exemplo, poderiam ser alinhados os princípios CARE¹⁸ aos princípios FAIR, visando uma adequada atuação em relação à gestão de dados que envolvam conhecimento tradicional.

Logo, esses fatores devem ser incorporados ao desenvolvimento de políticas e ferramentas que facilitem a gestão de dados em diferentes campos, garantindo que princípios que atestam qualidade como os FAIR sejam seguidos e os benefícios do uso de maDMPs sejam acessíveis a todas as áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS

DEVARAJU, A. *et al.* **FAIRsFAIR Data Object Assessment Metrics (0.5)**. [s. l.]: Zenodo, p. 1-28, 2022. Disponível em: <https://zenodo.org/records/6461229>.

¹⁸ *Cooperative for Assistance and Relief Everywhere*. Site: <https://www.gida-global.org/care>

Acesso em: 25 nov. 2024.

MICHENER, W. K. Ten simple rules for creating a good data management plan. **PLoS Computational Biology**, [s. l.], v. 11, n. 10, p. e1004525, 2015.

Disponível em:

<https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1004525>.

Acesso em: 25 nov. 2024.

MIKSA, T.; SIMMS, S.; MIETCHEN, D.; JONES, S. Ten principles for machine-actionable data management plans. **PLoS Computational Biology**, [s. l.], v. 15, n. 3, p. e1006750, 2019. Disponível em:

<https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1006750>.

Acesso em: 25 nov. 2024.

MIKSA, T. *et al.* Salzburg Manifesto on machine actionable Data Management Plans (maDMOs). **Zenodo**, p. 1-2, 2024. Disponível em:

<https://zenodo.org/records/10658522>. Acesso em: 25 nov. 2024.

NETSCHER, S. *et al.* Data Management Planning across Disciplines and Infrastructures. Introduction to the Special Collection. **Data Science Journal**, [s. l.]: Ubiquity Press, Ltd., 2024. Disponível em:

<https://datascience.codata.org/articles/10.5334/dsj-2024-016>. Acesso em: 25

nov. 2024.

RESEARCH DATA MATURITY MODEL WORKING GROUP. FAIR Data Maturity Model: specification and guidelines. **Research Data Alliance**, p. 1-45, 2020. Disponível em: <https://zenodo.org/records/3909563#.YGRNnq8za70>.

Acesso em: 25 nov. 2024.

SIMMS, S.; JONES, S.; MIETCHEN, D.; MIKSA, T. Machine-actionable data management plans (maDMPs). **Research Ideas and Outcomes**, [s. l.], v. 3, p. e13086, 2017. Disponível em: <https://riojournal.com/articles.php?id=13086>.

Acesso em: 25 nov. 2024.

UNESCO. **Recomendação da UNESCO sobre Ciência Aberta**. [s. l.]: Unesco, 2022. Disponível em:

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949_por. Acesso em: 25 nov.

2024.

WILKINSON, M. *et al.* The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. **Scientific Data**, [s. l.], v. 3, p. 160018, 2016.

Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata201618>. Acesso em: 25 nov. 2024.

INTERSECTION BETWEEN MACHINE-ACTIONABLE DATA MANAGEMENT PLANS AND METRICS FOR FAIR PRINCIPLES

ABSTRACT

Objective: This study seeks to analyze intersections between Machine Actionable Data Management Plans (maDMPs) and the FAIR Principles, investigating how these two approaches can be applied to improve the management and reuse of scientific data.

Methodology: The research performed a relational analysis between the ten principles of maDMPs, proposed by Miksa et al. (2019), and the metrics of the FAIRsFAIR Data Object Assessment Metrics project (v.0.4), focusing on how the FAIR principles can be implemented in data management workflows that use machine actionable management plans.

Results: The study identified that all 10 maDMPs principles analyzed are aligned with the FAIR metrics studied. **Conclusions:** maDMPs have the potential to become a central tool in the scientific ecosystem, facilitating interoperability and the use of data in multiple contexts. The alignment between maDMP and FAIR principles can increase efficiency in data management, promote automated information sharing between systems and reduce the bureaucratic burden for researchers, while improving the quality of the data generated. However, their widespread adoption, in addition to the technological and technical requirements needed by all those involved, requires institutional, regulatory and cultural change incentives.

Keywords: Data Management. FAIR Principles. maDMPs. Open Science.

INTERSECCIÓN ENTRE PLANES DE GESTIÓN DE DATOS PROCESABLES POR MÁQUINAS Y MÉTRICAS PARA PRINCIPIOS FAIR

RESUMEN

Objetivo: Este estudio busca analizar intersecciones entre los Planes de Gestión de Datos accionables por máquina (maDMPs) y los Principios FAIR, investigando cómo estos dos enfoques pueden aplicarse para mejorar la gestión y reutilización de datos científicos. **Metodología:** La investigación realizó un análisis relacional entre los diez principios de los maDMPs, propuestos por Miksa et al. (2019), y las métricas del proyecto FAIRsFAIR Data Object Assessment Metrics (v.0.4), enfocándose en cómo los principios FAIR pueden implementarse en los flujos de trabajo de gestión de datos que utilizan los planes de gestión accionables por máquina. **Resultados:** El estudio identificó que los 10 principios de maDMPs analizados están alineados con las métricas FAIR estudiadas. **Conclusiones:** Los maDMPs tienen el potencial de convertirse en una herramienta central en el ecosistema científico, facilitando la interoperabilidad y el uso de datos en múltiples contextos. La alineación entre los maDMPs y los principios FAIR puede aumentar la eficiencia en la gestión de datos, promover el intercambio automatizado de información entre sistemas y reducir la carga burocrática para los investigadores, al tiempo que mejora la calidad de los datos generados. Sin embargo, su adopción ampliada, más allá de los requisitos tecnológicos y técnicos necesarios por parte de todos los involucrados, requiere incentivos institucionales, regulatorios y de cambio cultural.

Descriptores: Gestión de Datos. Principios FAIR. maDMPs. Ciencia Abierta.

Recebido em: 31.10.2024

Aceito em: 22.11.2024