

UM PANORAMA DOS PRINCÍPIOS DE DADOS FAIR: TEORIA, PRÁTICAS E SERVIÇOS

AN OVERVIEW OF THE FAIR DATA PRINCIPLES: THEORY, PRACTICES AND SERVICES

Viviane Veiga^a

Patricia Henning^b

Pedro Príncipe^c

Luiz Olavo Bonino da Silva Santos^d

RESUMO

Objetivo: Apresentar um panorama das principais iniciativas e serviços relacionados ao uso dos princípios FAIR nas práticas de gestão de dados de pesquisa. **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa, a partir de levantamento bibliográfico e documental nas seguintes bases: Base de Dados Referenciais de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação, Scientific Electronic Library Online e nas ferramentas de busca Google e Google Acadêmico. **Resultados:** Foram identificadas importantes iniciativas, ferramentas e serviços que adotam os princípios FAIR para o desenvolvimento de soluções inovadoras na gestão de dados. **Conclusões:** A criação de iniciativas, ferramentas e serviços tem crescido de forma constante ao longo dos últimos anos, desempenhando um papel importante na melhoria da governança e no compartilhamento de dados. Esse crescimento tem promovido uma maior acessibilidade, interoperabilidade e reutilização dos dados, impulsionando avanços significativos na eficiência e na qualidade das práticas de gestão de dados,

^a Doutora em Informação e Comunicação em Saúde pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Docente no Programa de Pós-Graduação em Informação e Comunicação em Saúde, no Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e da Mulher e no Curso de Especialização em Informação Científica e Tecnológica em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: viviane.veiga@iciet.fiocruz.br

^b Doutora em Informação e Comunicação em Saúde pelo Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Docente no Programa de Pós-Graduação em Biblioteconomia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: henningpatricia@gmail.com

^c Graduado em Ciência da Informação e Documentação e Licenciado em Novas Tecnologias da Comunicação. Chefe de Divisão nos Serviços de Documentação da University of Minho (UM), Braga, Portugal. E-mail: pedro.principe@usdb.uminho.pt

^d Mestre em Informática pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professor Associado do grupo de Semântica, Cibersegurança e Serviços da Universidade de Twente e do grupo de BioSemântica, do departamento de Genética Humana do Centro Médico da Universidade de Leiden. E-mail: l.o.boninodasilvasantos@utwente.nl

tanto no meio acadêmico e científico quanto no âmbito social e empresarial.

Descritores: Princípios FAIR. FAIRness. Plano de Gestão de Dados. Iniciativas FAIR. Repositório de Dados FAIR.

1 INTRODUÇÃO

A produção de conhecimento baseada em dados tem crescido exponencialmente nos âmbitos acadêmico, científico e empresarial, impulsionada pelo desenvolvimento de novas tecnologias em rede que facilitam o acesso, a gestão e o armazenamento de dados, criando oportunidades sem precedentes para o avanço da ciência. No entanto, essas oportunidades só são plenamente aproveitadas quando os dados estão bem descritos, devidamente organizados, armazenados e acessíveis, para que outros pesquisadores possam acessá-los com facilidade e reutilizá-los de forma adequada. Sob essa perspectiva, surge a questão: Como é possível alcançar esse nível de excelência nas práticas de gestão de dados? Esta é uma pergunta recorrente nos debates acadêmicos, empresariais e científicos, e a resposta aponta para a necessidade de uma gestão de dados eficiente. Foi para atender a essas demandas que os princípios FAIR foram estabelecidos e, posteriormente, publicados na revista *Scientific Data*, da *Springer/Nature*, no artigo "The FAIR Guiding Principles for Scientific data Management and Stewardship" (Wilkinson *et al.*, 2016).

Para muitos pesquisadores, os princípios FAIR não são novidade, considerando os oito anos desde sua publicação e sua ampla aceitação como referência para a boa gestão de dados. No entanto, apesar da afirmação de Mons e colaboradores (2017, p. 55) de que os princípios FAIR, "embora não sejam uma solução mágica ou uma panaceia, oferecem diretrizes essenciais para o desenvolvimento de infraestruturas e ferramentas que tornam os objetos de pesquisa reutilizáveis de forma otimizada por máquinas e pessoas", sua plena implementação ainda representa um desafio para a comunidade científica. Isso exige pesquisas contínuas e atualizações frequentes sobre o estado da arte de suas aplicações nas práticas científicas.

Este artigo tem como objetivo identificar as principais iniciativas e serviços relacionados à aplicação dos princípios FAIR nas práticas de gestão de dados, atendendo as expectativas de diferentes áreas do conhecimento. Para alcançar tal objetivo, foi realizada uma pesquisa exploratória de abordagem qualitativa, a partir de levantamento bibliográfico e documental nas bases: Base de Dados Referenciais de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação ([BRAPCI](#)), Scientific Electronic Library Online ([SciELO](#)) e na ferramenta de busca do Google e Google Acadêmico. A seleção das iniciativas e serviços identificados considerou apenas aqueles que promovem e utilizam os princípios FAIR.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 oferece uma introdução ao tema, destacando o significado dos quatro princípios FAIR, explicando o que não é considerado FAIR e identificando os principais beneficiários da sua adoção; a Seção 3 apresenta o estado da arte dos princípios FAIR na atualidade, por meio da identificação de iniciativas relevantes, bem como ferramentas, serviços e métricas que adotam esses princípios; por fim, a Seção 4 traz as considerações finais.

2 PRINCÍPIOS FAIR: UMA BREVE DESCRIÇÃO

Para facilitar a compreensão desses princípios, é necessário conhecer o significado de cada um deles, e deixar claro o que eles não pretendem ser. O Quadro 1 apresenta uma breve descrição dos quatro princípios FAIR.

Quadro 1 – Descrição condensada dos Princípios FAIR

Princípio	Descrição
Findable (Localizável)	Apresenta as ações necessárias para que dados e metadados sejam descobertos por outros pesquisadores. Isso significa que o conjunto de dados e seus metadados deve adotar identificadores persistentes e únicos; que os metadados devem ser ricos, incluindo um conjunto abrangente de atributos; e os metadados devem trazer, de forma explícita e clara, o identificador dos dados que descrevem. Tanto os dados quanto os metadados devem ser indexados em repositórios confiáveis.
Accessible (Acessível)	Apresenta as ações necessárias para que os dados e metadados possam estar acessíveis a outros pesquisadores. Isso significa que, por meio de seus identificadores, dados e metadados possam ser acessados por meio de protocolos de comunicação padronizados,

Princípio	Descrição
	abertos e gratuitos, com mecanismos de autenticação e autorização quando necessário. Além disso, os metadados devem permanecer acessíveis mesmo quando os dados em si não estiverem mais disponíveis.
Interoperable (Interoperável)	Apresenta as ações necessárias para que os dados e metadados sejam semanticamente e tecnologicamente integráveis. Isso significa o uso de linguagens de representação do conhecimento, vocabulários e/ou ontologias que adotem os princípios FAIR, além de dados e metadados interligados.
Reusable (Reutilizável)	Apresenta as ações necessárias para que dados possam ser reutilizados em novas pesquisas. Isso significa que dados e metadados devem ser descritos por múltiplos atributos, usem licenças apropriadas, indiquem a proveniência e segam padrões específicos da sua comunidade.

Fonte: Adaptado do curso modular 2, aula 4: “FAIR: dos princípios à prática” (Fiocruz [2024]).

Observa-se que os princípios FAIR, por um lado, fornecem um conjunto de diretrizes e procedimentos orientadores das boas práticas na gestão de recursos digitais, mas por outro lado, representam um grande desafio a ser enfrentado devido à ausência de orientações detalhadas sobre como implementá-los.

Mons e colaboradores (2017, p. 51) afirmam que os princípios “deliberadamente não especificam requisitos técnicos, mas sim um conjunto de orientações para promover a reutilização contínua, por meio de diferentes implementações”. Para evitar interpretações equivocadas, esclarecem o que os princípios FAIR não pretendem ser:

- a) Não têm a intenção de impor qualquer tipo de padrão específico; b) não se limitam ao Resource Description Framework (RDF), dados conectados ou Web Semântica; c) os computadores devem ser capazes de acessar uma publicação de dados de forma autônoma, sem intervenção humana e d) podem ser aplicados a qualquer tipo de objeto digital, independentemente da disciplina (Mons *et al.*, 2017, p. 50).

É essencial que a aplicação dos princípios esteja alinhada às questões éticas, legais e de restrições contratuais relacionadas a dados sensíveis e sigilosos. Porém, mesmo quando for necessário o acesso restrito aos conjuntos de dados, ainda é possível gerenciá-los de acordo com os princípios FAIR.

Um exemplo prático disso pode ser observado em pesquisas que envolvem dados pessoais, sensíveis, confidenciais ou protegidos por direitos autorais ou propriedade intelectual. Nesses casos, a descoberta do conjunto de dados surge por meio da localização e acesso aos metadados. Dessa forma, o pesquisador pode disponibilizar a terceiros informações detalhadas sobre o conjunto de dados, possibilitando a negociação de condições específicas para acesso, compartilhamento e reutilização (Fiocruz, [2024]).

Quem são os beneficiários da gestão de dados FAIR? 1) Em primeiro lugar, o próprio pesquisador, que terá seus dados organizados de forma mais adequada para o compartilhamento e reutilização, facilitando auditorias e prevenindo problemas de armazenamento inadequado de dados; 2) As agências de financiamento também são favorecidas, pois os dados produzidos tornam-se mais transparentes, agregando valor e potencial de reutilização, aumentando o retorno sobre o investimento; 3) As universidades e instituições de pesquisa, com maior transparência, promoção de pesquisas com maior potencial de reprodutibilidade, além de incentivar o reúso de dados e o desenvolvimento de habilidades em análise de dados; 4) Para os editores de revistas científicas, a aplicação dos princípios FAIR nos conjuntos de dados associados aos artigos científicos viabiliza o aumento da qualidade no processo de avaliação por pares; 5) Por fim, o impacto social é significativo, pois a gestão e o compartilhamento de dados FAIR podem promover um maior reúso e integração de dados, impulsionando a produção de novos resultados científicos, abrindo portas para novas interpretações, descobertas inovadoras e aplicações que podem não ter sido previstas no contexto original da pesquisa (Fiocruz, [2024]).

3 ESTADO DA ARTE DOS PRINCIPIOS FAIR NOS DIAS ATUAIS

Para compreender o estado atual do desenvolvimento e aplicação dos princípios FAIR, são apresentadas as principais iniciativas internacionais e nacionais, bem como seus respectivos produtos, que aplicam os princípios FAIR em diferentes áreas da pesquisa. Essas iniciativas concentram-se em investir na capacitação de pesquisadores e gestores de dados, na elaboração de padrões, na criação de planos de gestão de dados, na promoção da interoperabilidade

semântica e tecnológica, na implementação de ferramentas que avaliam a conformidade com os princípios FAIR e no desenvolvimento de repositórios de dados.

3.1 INICIATIVAS RELEVANTES

Nesta subseção são destacadas cinco importantes iniciativas FAIR pelas suas relevâncias e impacto no desenvolvimento de soluções inovadoras para a gestão de dados. Essas iniciativas não apenas promovem o avanço das melhores práticas, mas também contribuem para a criação de ferramentas, metodologias e diretrizes que facilitam a implementação dos princípios FAIR e impulsionam a interoperabilidade e a eficiência no compartilhamento e na reutilização de dados de pesquisa, em diversas áreas do conhecimento.

a) [GO FAIR](#)

A iniciativa GO FAIR tem uma abordagem "bottom-up", trabalhando com redes científicas autônomas que seguem três pilares: GO Change (mudança sociocultural e política para tornar os princípios FAIR o *modus operandi* na ciência), GO Train (definição de currículos e treinamentos em gestão de dados FAIR), e GO Build (desenvolvimento de infraestruturas FAIR para gestão de dados de pesquisa) (GO FAIR, [2024]).

Atualmente existem seis escritórios nacionais do GO FAIR localizados na Áustria, Alemanha, Brasil, Dinamarca, Estados Unidos e França. O escritório nacional do [GO FAIR Brasil](#) é coordenado pelo (IBICT¹) e conta com três redes temáticas ativas: [GO FAIR AGRO](#) (Embrapa²), [GO FAIR ECTI](#) (MCTI³), e [GO FAIR Saúde](#) (Fiocruz⁴), além de outras três em desenvolvimento: Biodiversidade, Ciências Nucleares e Humanidades. A GO FAIR Saúde foi a primeira rede criada no Brasil, ganhando maior destaque nacional, e inclui a sub-rede [GO FAIR Saúde Enfermagem](#), coordenada pela (Unirio⁵).

¹ Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

³ Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

⁴ Fundação Oswaldo Cruz

⁵ Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

A [Fundação GO FAIR](#) tem a finalidade de orientar pessoas e organizações na implementação de soluções que tornam os dados FAIR. Oferece assessoria e indica critérios de qualificação para recursos de suporte FAIR que podem, eventualmente, levar à certificação.

b) [FAIRsFAIR](#)

Esta iniciativa é fruto de um projeto que foi financiado pela Comissão Europeia no quadro da *European Open Science Cloud*, com duração de 36 meses. Embora esse projeto tenha chegado ao fim, deixou um legado significativo, incluindo recomendações atualizadas, estudos, ferramentas e *software*, centros de competência e um rico material de apresentação. Seu objetivo foi promover uma cultura de dados FAIR e adoção de boas práticas, oferecendo soluções para desafios em várias áreas. O FAIRsFAIR atuou em temas como: [Práticas FAIR: semântica, interoperabilidade e serviços](#); [Política e prática FAIR](#); [Certificação FAIR](#); [Engajamento, comunicação e aceitação](#); [Centro de competência FAIR](#) e [Ciência de dados e profissionalização FAIR](#).

c) [FAIR-IMPACT](#)

Este novo projeto dá sequência ao projeto FAIRsFAIR, operando no âmbito do EOSC⁶, com financiamento da Comissão Europeia. Seu objetivo é trabalhar conjuntamente com diferentes instituições europeias na implementação de padrões, ferramentas e serviços que permitam aos pesquisadores localizar, acessar, reutilizar e combinar resultados. O projeto abrange sete linhas de atuação: [WP1](#) - Gerenciamento de Projetos, Sincronização e Sustentabilidade; [WP2](#) - Engajamento, adoção e implementação; [WP3](#) - Identificadores persistentes; [WP4](#) - Metadados e Ontologias; [WP5](#) - Métricas, certificação e diretrizes; [WP6](#) – Interoperabilidade; [WP7](#) - Disseminação, Exploração e Comunicação.

d) [FAIRSharing.org](#)

A iniciativa FAIRSharing, sediada na Universidade de Oxford, no Reino

⁶ European Open Science Cloud

Unido, e operacionalizado pelo Data Readiness Group da Universidade de Oxford, com o apoio da Bodleian Library, tem por objetivo facilitar a busca, seleção e aplicação de padrões de dados e metadados. A plataforma funciona como uma comunidade que reúne padrões e normas, bases de dados, repositórios e políticas, promovendo boas práticas na gestão de dados FAIR. Oferece recursos educacionais, como infográficos e fichas informativas, voltados para diversos públicos. O FAIRSharing é utilizado por pesquisadores, desenvolvedores, curadores de dados, editores, bibliotecários, gestores e formuladores de políticas, tornando-se uma ferramenta importante para a gestão de dados de pesquisa.

O [FAIRassist.org](https://fairassist.org) é um catálogo, produzido pela iniciativa FAIRsharing, que reúne uma variedade de ferramentas para avaliar a conformidade de conjuntos de dados com os princípios FAIR. Ele disponibiliza recursos, como questionários manuais, listas de verificação e testes automatizados, que auxiliam os usuários a compreender como alcançar e medir o estado de "FAIRness" dos dados, além de oferecer orientações para melhorar esse processo.

e) [FAIRPlus](#)

Este projeto, patrocinado pela Comissão Europeia, realizado entre 2019 e 2022, desenvolveu uma estrutura de FAIRificação para dados das ciências biológicas. Entre os principais produtos, destacam-se o *FAIR Cookbook* e o *FAIRplus dataset maturity model* (Quadro 2):

Quadro 2 - Produtos do FAIRPlus

Produto	Descrição
The FAIR Cookbook	Recurso <i>online</i> , aberto e continuamente atualizado. O "livro de receitas" oferece orientações práticas para tornar e manter os dados localizáveis, acessíveis, interoperáveis e reutilizáveis, em resumo, FAIR.
FAIRplus Dataset Maturity (DSM) Model	Um modelo de referência desenvolvido para aprimorar o nível de conformidade dos conjuntos de dados de pesquisa aos princípios FAIR.

Fonte: Fiocruz (2024).

f) [OpenAIRE](#)

A OpenAIRE AMKE é atualmente uma organização sem fins lucrativos com a missão de promover práticas de ciência aberta e melhorar a descoberta, a acessibilidade, a partilha, a reutilização, a reprodutibilidade e a monitorização dos resultados da pesquisa baseada em dados, a nível mundial. A organização resulta de diferentes projetos da infraestrutura OpenAIRE iniciados em 2009, que contribuíram para o desenvolvimento de diferentes serviços (<https://catalogue.openaire.eu>) de apoio à Ciência Aberta, nomeadamente o *research graph* e o serviço para elaboração de planos de gestão de dados – [Argos](#), incluindo um serviço de validação/avaliação FAIRness dos repositórios que integram a infraestrutura OpenAIRE e que funciona com base nos “FAIR Maturity Model Indicators” da RDA.

g) [Research Data Alliance](#) (RDA)

A **RDA** é uma rede colaborativa global dedicada à promoção de boas práticas na gestão de dados. Fundada em 2013, sua plataforma *online* facilita a cooperação e o intercâmbio de ideias para enfrentar desafios no compartilhamento de dados. Com mais de 14 mil membros e 306 grupos ativos (dados de setembro de 2024), a RDA inclui pesquisadores, instituições de pesquisa, bibliotecas, indústrias e formuladores de políticas. O Quadro 3, a seguir, apresenta produtos destacados por sua relevância na gestão de dados FAIR.

Quadro 3 – Produtos de Grupos de Trabalho do RDA

Produto	Descrição
FAIR Data Maturity Model WG	O grupo tem como objetivo desenvolver recomendações técnicas e práticas da RDA para a "FAIRificação" de mapeamentos, com base no projeto FAIR-IMPACT. Entre as suas ações, estabelece critérios de avaliação da conformidade dos dados com os princípios FAIR e uma ontologia que descreve os tipos e processos de mapeamento, além de desenvolver modelos de dados para a troca e compartilhamento de mapeamentos.
FAIR Mapping WG	O grupo trabalha com diversas comunidades do RDA que desenvolvem mapeamentos em geral. Sua missão é fazê-

	los convergir para diretrizes comuns e criar um conjunto unificado de representações legíveis e acionáveis por máquina, superando as limitações das especificações existentes.
--	--

Fonte: Adaptado do curso modular 2, aula 4: “FAIR: dos princípios à prática” (Fiocruz [2024]).

RDA Brasil é um grupo regional que visa promover discussões sobre gestão de dados de pesquisa, conectando diversos atores do setor acadêmico, público e privado. Tem por objetivo estabelecer uma rede nacional e fortalecer a contribuição do Brasil para o panorama global da gestão de dados de pesquisa.

3.2 FERRAMENTAS E MÉTRICAS QUE MEDEM A CONFORMIDADE COM O FAIR

O Quadro 4 apresenta algumas ferramentas e métricas amplamente aceitas pela comunidade científica, que buscam medir o nível FAIR dos dados.

Quadro 4 – Ferramentas, recursos e métricas que medem o nível de FAIRness

Produto	Descrição
F-UJI https://www.f-ujl.net/	Serviço web criado para avaliar o nível de "FAIRness" de objetos de dados de pesquisa, utilizando métricas desenvolvidas pelo projeto FAIRsFAIR. Ele integra serviços como re3data, SPDX license registry e o catálogo de metadados da RDA. Mais informações estão disponíveis em: F-UJI .
FAIR-Checker https://fair-checker.france-bioinformatique.fr/check	Desenvolvido pelo grupo de trabalho de interoperabilidade do Instituto Francês de Bioinformática, é uma ferramenta automatizada focada na avaliação do FAIRness de dados biológicos. Ele permite aos usuários verificar várias métricas e oferece uma API e código-fonte disponível no GitHub. A documentação completa pode ser encontrada em FAIR-Checker Docs. Para mais detalhes, consulte o artigo FAIR-Checker .

Produto	Descrição
FAIR Data Self-Assessment Tool https://ardc.edu.au/resources/fair-data-self-assessment-tool/	Ferramenta da Australian Research Data Commons (ARDC) desenvolvida para bibliotecários de dados, equipes de TI, engenheiros de <i>software</i> e pesquisadores, com base na interpretação dos Princípios FAIR pela ARDC. Operando de forma manual, os usuários respondem a perguntas em várias seções e recebem indicadores de "FAIRness". O código da ferramenta está disponível no GitHub: FAIR Data Assessment Tool .
F a i r D a t a B R https://wrcoufbr.fair/index.html	Ferramenta brasileira desenvolvida pela Universidade Federal da Paraíba, para automatizar a verificação da conformidade de conjuntos de dados com os Princípios FAIR, facilitando o processo de avaliação e promovendo a qualidade dos dados de pesquisa. Mais informações estão disponíveis na publicação " FAIR Data BR: ferramenta para a avaliação de conjuntos de dados de pesquisa ".
FAIR Data Point (FDP) https://specs.fairdatapoint.org/fdp-specs-v1.2.html	Serviço de metadados que fornece acesso a esses dados de acordo com os princípios FAIR, utilizando uma API REST para criar, armazenar e disponibilizá-los. O FDP permite que proprietários de objetos digitais exponham seus metadados de forma compatível com os princípios FAIR. O FDP visa resolver questões de interoperabilidade em diferentes níveis (sintáticos e semânticos)
Metrics for data https://fair-impact.eu/metrics-data	Desenvolvido pelo projeto FAIR-IMPACT , que dá continuidade aos trabalhos desenvolvidos pela projeto FAIRsFAIR. As métricas são baseadas em indicadores propostos pelo <i>RDA FAIR Data Maturity Model Working Group</i> .

Fonte: Adaptado e atualizado do curso modular 2, aula 4: "FAIR: dos princípios à prática" (Fiocruz [2024]).

É importante destacar que diferentes ferramentas de avaliação podem produzir resultados significativamente distintos para o mesmo conjunto de dados, devido a variações nas interpretações dos Princípios FAIR, o que resulta em abordagens diversas para a avaliação da conformidade.

3.3 PILARES PARA DADOS DE PESQUISA FAIR NA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Nesta subseção, são apresentados dois pilares fundamentais para a geração e armazenamento de dados de pesquisa: o Plano de Gestão de Dados e os Repositórios de dados confiáveis. Para que esses instrumentos sejam

eficazes na gestão de dados FAIR, é necessário que sua infraestrutura esteja alinhada aos princípios FAIR.

a) Planos de Gestão de Dados FAIR

O Plano de Gestão de Dados (PGD) é um documento formal e dinâmico, que pode ser revisado e atualizado ao longo de todo o período de execução do projeto de pesquisa. Ele contém perguntas orientadoras projetadas para auxiliar os pesquisadores no planejamento da gestão dos dados durante todo o seu ciclo de vida.

Para garantir uma boa gestão dos dados, é necessário que os modelos/*templates* estejam em conformidade com os princípios FAIR. Um estudo realizado por Henning e colaboradores (2021), que avaliou o nível de aderência aos princípios FAIR em dez templates internacionais de PGDs, concluiu que o *template* elaborado pela Iniciativa [Science Europe](#) é o que mais se alinha a esses princípios. Em 2021, essa mesma iniciativa lançou um documento intitulado *Practical Guide to the International Alignment of Research Data Management - Extended Edition* (Science Europe, 2021), considerado uma referência para a elaboração de *templates* de PGDs.

Atualmente, quase todas as ferramentas de PGD disponíveis no meio científico seguem as orientações da Science Europe, que incluem as seguintes informações: descrição dos dados; documentação e qualidade dos dados; armazenamento e *backup* durante o processo de investigação; requisitos legais e éticos e códigos de conduta; compartilhamento de dados e preservação de longo prazo; e responsabilidades e recursos. Cada país possui suas questões legais e éticas específicas que devem ser consideradas no compartilhamento de dados. Para atender a essas exigências e apoiar os pesquisadores na elaboração de PGDs alinhados aos Princípios FAIR no Brasil, Veiga e colaboradores (2022) desenvolveram o *Plano de Gestão de Dados de Pesquisa: Guia de Elaboração*, disponível em versões em português, inglês e espanhol.

O Quadro 5 destaca sete ferramentas de PGDs utilizadas no meio acadêmico internacional e nacional. As duas primeiras são brasileiras e as demais são estrangeiras.

Quadro 5 – Ferramentas de PGDs

Ferramenta	Descrição
 https://fiodmp.fiocruz.br/	Desenvolvida pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)/Brasil. Maiores informações consulte o site e/ou entre em contato: https://fiodmp.fiocruz.br/contato
 https://pgd.ibict.br/	Desenvolvida a partir do DMPTool, pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Maiores informações consulte o site e/ou entre em contato: https://pgd.ibict.br/contact-us
 https://dmponline.dcc.ac.uk/	Desenvolvida em conjunto pelo Digital Curation Centre (DCC), na Escócia, com a California Curation Center (UC3), nos Estados Unidos. Maiores informações consulte o site e/ou entre em contato: dmponline@dcc.ac.uk
 https://dmptool.org/	Desenvolvida pela California Digital Library, uma divisão da University of California. Maiores informações consulte o site e/ou entre em contato: https://dmptool.org/contact-us
 https://argos.openaire.eu/home	Desenvolvida em conjunto com a OpenAIRE e a EUDAT. Maiores informações consulte o site e/ou entre em contato em: https://argos.openaire.eu/splash/contact.html
 https://opendmp.portaberta.pt	Baseada no <i>software</i> de código aberto OpenDMP. Foi desenvolvida no âmbito do projeto PortAberta e utilizada pela Universidade do Minho e Instituto Politécnico de Bragança, em Portugal. Maiores informações consulte o site e/ou entre em contato: opendmp@portaberta.pt
 https://ds-wizard.org/	Desenvolvida pela Faculdade de Tecnologia da Informação da Universidade Técnica Tcheca (CTU), em Praga, República Tcheca. Maiores informações consulte o site e/ou entre em contato em: https://ds-wizard.org/contact

Fonte: elaborada pelos autores.

Todas as ferramentas de PGDs apresentadas têm como objetivo ser acionáveis por máquinas e compatíveis com os princípios FAIR, sendo que algumas estão mais alinhadas do que as outras.

b) Repositórios de dados FAIR

Com o aumento exponencial do volume de dados de pesquisa, surgiu a necessidade de desenvolver infraestruturas adequadas para o armazenamento e preservação desses dados. Dessa demanda, surgiram os Repositórios de Dados que, segundo Rodrigues, Dias e Lourenço (2022, p. 297), "executam papéis centrais nas infraestruturas do conhecimento, atuando como entidades que facilitam o fluxo de dados entre as partes, geralmente ao longo do tempo". Em resposta a essa demanda, Bonetti e Arakaki (2022) destacam o [COAR Community Framework for Good Practices in Repositories – Versão 2](#), que apresenta um modelo que se relaciona com outros *frameworks* importantes, como os próprios princípios FAIR, o PLOS "Criteria that Matter" e o "Core Trust Seal".

O Grupo de Trabalho “Repositórios de Dados: Tecnologia, organização e certificação”⁷, promovido pelo Fórum de Gestão de Dados de Investigação, da Fundação para a Ciência e a Tecnologia de Portugal, produziu uma importante fonte de consulta relacionada ao tema “repositório de dados”: [Documentação de apoio sobre repositórios para gestores de repositórios e curadores de dados](#). Este documento arrola importantes recursos de Infraestrutura, Certificação, Curadoria, Preservação e Diretórios de Repositórios de Dados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento exponencial da produção de conhecimento baseado em dados, tem trazido novos desafios e oportunidades. Nesse contexto, os princípios FAIR surgem como diretriz essencial para promover a localização, acesso, interoperabilidade e reutilização de dados de forma eficiente. Embora amplamente reconhecidos, a implementação plena desses princípios ainda é um

⁷ <https://forumgdi.rcaap.pt/grupos-de-trabalho/gt-repositorios-de-dados/>

desafio, demandando contínuo investimento em capacitação, desenvolvimento de ferramentas e criação de políticas adequadas.

A partir da análise das principais iniciativas e serviços internacionais e nacionais, observou-se que iniciativas como GO FAIR, FAIRsFAIR, FAIRSharing.org, FAIRPlus, OpenAIRE, Research Data Alliance e FAIRassist.org, com seus respectivos produtos: ferramentas automatizadas de avaliação da conformidade com os princípios FAIR; ferramentas de Plano de Gestão de Dados; e os Repositórios de dados, têm desempenhado um papel fundamental na aplicação desses princípios ao longo de todo o ciclo de vida dos dados. Existem novas iniciativas promovidas por diferentes organismos ou financiadores de ciência, destacando-se no espaço europeu como o projeto [OSTrails – Open Science Plan-Track-Assess Pathways](#) – que é um projeto com financiamento do programa Horizonte Europa, no quadro do desenvolvimento da European Open Science Cloud que será realizado de fevereiro de 2024 a janeiro de 2027, com o objetivo contribuir para melhorar os processos e instrumentos de planejamento, monitorização e avaliação FAIR dos resultados de pesquisa, assente na interconectividade entre três pilares deste projeto: i) Scientific Knowledge Graphs, ii) FAIR Assessment, iii) Data Management Plans

No entanto, para alcançar uma gestão de dados verdadeiramente eficiente e alinhada com os princípios FAIR, é importante que esses esforços sejam complementados com uma maior conscientização e adoção por parte da comunidade científica. A colaboração entre pesquisadores, instituições de pesquisa, agências financiadoras e formuladores de políticas é indispensável para garantir um ecossistema FAIR para gestão de dados de pesquisa. Desta forma, serão alcançados os benefícios plenos de uma ciência FAIR, aberta e colaborativa.

REFERÊNCIAS

BONETTI, Letícia Guarany; ARAKAKI, Ana Carolina Simionato A importância das boas práticas em repositórios de dados de pesquisa. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO*, 23. **Anais Eletrônicos [...]**. Porto Alegre: ANCIB, 2022. Disponível em:

<https://enancib.ancib.org/index.php/enancib/xxii/enancib/paper/view/726/710>.

Acesso em: 25 out. 2024.

FIOCRUZ. **Curso 2: Dados Abertos**; Aula 4: FAIR: dos princípios à prática. [2024]. Disponível em: <https://mooc.campusvirtual.fiocruz.br/rea/ciencia-aberta/serie3/curso2/aula5.html>. Acesso em: 25 out. 2024.

GO FAIR. **GO FAIR Initiative**. [2024]. Disponível em: <https://www.go-fair.org/go-fair-initiative/>. Acesso em: 25 out. 2024.

HENNING, Patricia Corrêa *et al.* The FAIRness of data management plans: an assessment of some European DMPs. **RECIIS - Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 722-735, 2021. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/49019>. Acesso em: 5 ago. 2024.

MONS, Barend *et al.* Cloudy, increasingly FAIR; revisiting the FAIR Data guiding principles for the European Open Science Cloud. **Information Services & Use**, Amsterdam, v. 37, n. 1, p. 49-56, 2017. Disponível em: <https://content.iospress.com/download/information-services-and-use/isu824?id=information-services-and-use%2Fisu824>. Acesso em: 25 out. 2024.

RODRIGUES, Marcello Mundim; DIAS, Guilherme Ataíde; LOURENÇO, Cíntia de Azevedo. Repositórios de dados científicos na América do Sul: uma análise da conformidade com os Princípios FAIR. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 28, n. 2, e-113057, abr./jun 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.19132/1808-5245282.113057>. Acesso em: 25 out. 2024.

SCIENCE EUROPE. **Practical Guide to the International Alignment of Research Data Management**. 2021. Disponível em: https://scienceeurope.org/media/4brkxxe5/se_rdm_practical_guide_extended_final.pdf. Acesso em: 25 out. 2024.

VEIGA, Viviane Santos de Oliveira *et al.* (org.). **Plano de Gestão de Dados: Guia de Elaboração**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2022. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/54805>. Acesso em: 25 out. 2024.

WILKINSON, Mark Dumontie *et al.* The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. **Scientific Data**, London, v.3, e160018, 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sdata201618>. Acesso em: 25 out. 2024.

Recebido em: 31.10.2024

Aceito em: 22.11.2024