

Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA
SERGIO AROUCA
ENSP

Alice Paula Di Sabatino Guimarães

Caderno Eletrônico de Laboratório como instrumento de sinergia, inovação e sustentabilidade científica

Rio de Janeiro

2021

Alice Paula Di Sabatino Guimarães

Caderno Eletrônico de Laboratório como instrumento de sinergia, inovação e sustentabilidade científica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública. Área de concentração: Políticas Públicas, Gestão e Cuidado em Saúde.

Orientadora: Prof^a. Dra. Laís Silveira Costa.

Coorientadora: Prof^a Dra. Renata Almeida de Souza.

Rio de Janeiro

2021

Título do trabalho em inglês: Electronic Laboratory Notebook as an instrument of synergy, innovation and scientific sustainability.

Catálogo na fonte
Fundação Oswaldo Cruz
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
Biblioteca de Saúde Pública

G963c Guimarães, Alice Paula Di Sabatino.
 Caderno Eletrônico de Laboratório como instrumento de
 sinergia, inovação e sustentabilidade científica / Alice Paula Di
 Sabatino Guimarães. -- 2021.
 108 f. : il. color. ; graf. ; tab.

 Orientadora: Laís Silveira Costa.
 Coorientadora: Renata Almeida de Souza.
 Dissertação (mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Naci-
 onal de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2021.

 1. Pesquisa. 2. Técnicas de Pesquisa. 3. Coleta de Dados.
 4. Gerenciamento de Dados. 5. Pesquisa Biomédica. 6. Cadernos
 Eletrônicos de Laboratório. 7. Boas Práticas de Pesquisa. I. Título.

CDD – 23.ed. – 001.42

Alice Paula Di Sabatino Guimarães

Caderno Eletrônico de Laboratório como instrumento de sinergia, inovação e sustentabilidade científica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública. Área de concentração: Políticas Públicas, Gestão e Cuidado em Saúde.

Aprovada em: 27 de outubro de 2021.

Banca Examinadora

Prof^a Dra. Vanessa de Arruda Jorge
Fundação Oswaldo Cruz – Vice Presidência de Ensino, Informação e Comunicação

Prof^a Dra. Ivanete Milagres Presot
Fundação Oswaldo Cruz – Instituto René Rachou

Prof^a Dra. Renata Almeida de Souza (Coorientadora)
Fundação Oswaldo Cruz – Presidência

Prof^a Dra. Laís Silveira Costa (Orientadora)
Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

Rio de Janeiro

2021

Dedico esse trabalho às 590 mil vítimas da pandemia de COVID-19 no Brasil e aos seus familiares.

Dedico ainda a todos os profissionais de saúde, incansáveis no trabalho, e especialmente àqueles que contribuem com dedicação ao fortalecimento do SUS e do serviço público.

AGRADECIMENTOS

Todo trabalho de pesquisa nos tira da zona de conforto e nos transforma ao longo do caminho. As descobertas, aprendizados e os resultados são frutos dos encontros que fazemos durante o percurso. Não por menos, dedicamos a conquista aos que se fizeram presentes no processo de conhecimento (e autoconhecimento). E mencionar aqui minha gratidão define o papel determinante dos laços intelectuais e emocionais que apoiaram esse estudo, que definitivamente, não foi solitário.

A minha orientadora principal Laís, que inicialmente me fez desconstruir todas as certezas com as quais eu havia iniciado. O caminho dessa dissertação não poderia ter sido melhor conduzido. Seu olhar crítico, e ao mesmo tempo, sua visão sistêmica sobre a pesquisa e inovação em saúde me mostraram outros ângulos para o fazer científico.

Fui privilegiada por ter ainda outra fonte de orientação, Renata Souza, que mesmo na sua atarefada agenda de coordenação de qualidade de uma instituição como a Fiocruz, me apoiou incondicionalmente, com sua objetividade ímpar.

Alicerçada na Escola Nacional de Saúde Pública, esse trabalho se engradece da contribuição intelectual dos professores da casa, em particular dos coordenadores, Dr. Carlos Gadelha e Dr. José Maldonado, que a despeito do brilhantismo de suas carreiras, demonstram tanta humilde e apreço na atividade de serem professores e tutores. Não posso deixar ainda de citar, mesmo quando a pandemia ainda não nos assolava com as atividades exclusivamente remotas, o apoio da equipe de TI, em especial, ao Vitor, que acompanhou sempre disposto, toda a nossa turma.

À Fiocruz Rondônia, que por seu papel tão relevante na região nos mantém firmes no propósito da construção de uma ciência e saúde pública de qualidade. Destaco a generosidade da coordenação, Jansen e Robnei, por apoiarem a execução desse trabalho e ao Moreno, por participar efetivamente dele.

Aos queridos amigos que Rondônia me presenteou e que são os maiores incentivadores e parceiros, Felipe, Beto, Keity, Lunna e Wanne. À eles credito toda a força, debate, apoio e boas doses de humor regadas à café.

Aos colegas e amigos da turma de Mestrado, um grupo de profissionais dedicados na Fiocruz com quem tive enorme prazer de dividir essa formação.

Aos membros da banca, generosos na contribuição ao trabalho e no compartilhamento do conhecimento.

No campo familiar, não há dimensão para a minha gratidão. Zé e Bebete, meus queridos avós, que contribuíram e sempre participaram de toda minha formação acadêmica. Como é bom tê-los por perto. Ao meu pai, meu grande exemplo de comprometimento profissional, quem me ensinou que precisamos “vestir a camisa” onde estivermos. Pai, a camisa que você veste hoje é a mais importante. Às minhas tias, que continuam me acompanhando de Norte a Sul. À dedicação da minha mãe que não tem limites, e com ela divido todos os sonhos e o meu melhor sorriso, do pequeno Rafael, que veio para movimentar a minha vida e me reconstruir com tantos beijos e abraços. O laço do Rafael partilho também com meu companheiro, Fabio, que com sua simplicidade me ajuda a enxergar a vida de maneira mais leve.

Por fim, não poderia deixar de agradecer ao meu tio Eduardo, o Dico, que no meio desse trabalho ousou nos deixar saudades. Ninguém era maior incentivador do crescimento profissional por meio do estudo e da construção do conhecimento.

RESUMO

Esta é uma dissertação profissional, desenvolvida sobre um tema de pesquisa com potencial de aplicação na Fiocruz. Parte da percepção que a geração e a transformação dos dados de pesquisa contemporâneos estão, crescentemente, em formato digital. Leva ainda em consideração a importância de um completo ciclo de vida dos dados, que pode ser facilitado com a inclusão de ferramentas eletrônicas de registro e guarda, conhecidas por Cadernos Eletrônicos de Laboratório (ELN), que assumam parte da tarefa de preservar as informações de maneira adequada de acordo com as Boas Práticas de Pesquisa. A busca pelo tema ganha força ao avaliar que há uma grande quantidade de Cadernos Eletrônicos de Laboratório disponíveis no mercado em contraponto à baixa adesão no meio acadêmico mundial. Como pressuposto de que os Cadernos Eletrônicos de Laboratório podem contribuir na qualidade das informações das pesquisas, desempenhando papel importante na cadeia de desenvolvimento da ciência e da tecnologia, como objetivo geral, buscamos propor parâmetros para a construção de um Caderno Eletrônico de Laboratório voltado aos laboratórios de pesquisa da Fiocruz, embasados nas necessidades identificadas da área de pesquisa biomédica da Fiocruz para a adoção de registro nestas ferramentas digitais. Situado pelo arcabouço teórico e por poucos estudos ou iniciativas sobre o tema na Fiocruz, foi feito um recorte para nosso trabalho, encontrando no Programa de Pesquisa Translacional uma diversidade que representa a pesquisa biomédica institucional, e foi considerado, para alcançar o objetivo principal, as necessidades das áreas de pesquisa, buscando conhecer como são realizadas as coletas, os registros dos dados de pesquisa e os maiores problemas enfrentados para manutenção das informações nos laboratórios. Como conclusão, esta pesquisa, apesar de não ser exaustiva, descreveu os melhores parâmetros e as principais dificuldades para a adoção de Cadernos Eletrônicos de Laboratório para a pesquisa biomédica na Fundação Oswaldo Cruz. Com o conhecimento alcançado, sugerimos algumas estratégias para institucionalização dos ELN na Fiocruz.

Palavras-chave: Cadernos Eletrônicos de Laboratório, dados de pesquisa, boas práticas de pesquisa

ABSTRACT

This is a professional dissertation, developed on a research topic with potential application at Fiocruz. It starts from the perception that the generation and transformation of contemporary research data are, increasingly, in digital format. It also takes into account the importance of a complete data life cycle, which can be facilitated with the inclusion of electronic recording and storage tools, known as Electronic Laboratory Notebooks (ELN), which take on part of the task of preserving appropriately in accordance with Good Research Practices. The search for the theme gains strength when evaluating that there is a large amount of Electronic Laboratory Notebooks available in the market in contrast to the low adherence in the world academic environment. Assuming that Electronic Laboratory Notebooks can contribute to the quality of research information, playing an important role in the science and technology development chain, as a general objective, we seek to propose parameters for the construction of an Electronic Laboratory Notebook aimed at laboratories of research at Fiocruz, based on the identified needs of Fiocruz's biomedical research area for the adoption of registration in these digital tools. Based on the theoretical framework and by few studies or initiatives on the subject at Fiocruz, a cut was made for our work, finding in the Translational Research Program a diversity that represents institutional biomedical research, and it was considered, to achieve the main objective, the needs of the research areas, seeking to know how the collections are carried out, the records of research data and the biggest problems faced for the maintenance of information in the laboratories. In conclusion, this research, although not exhaustive, described the best parameters and the main difficulties for the adoption of Electronic Laboratory Notebooks for biomedical research at Oswaldo Cruz Foundation. With the knowledge gained, we suggest some strategies for institutionalizing the ELN at Fiocruz.

Keywords: Electronic Laboratory Notebooks, research data, Good Research Practice

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ciclo de vida dos dados de pesquisa segundo UK Data Service	22
Quadro 1: Quadro modelo de Plano de Gestão de Dados de instituição pública de pesquisa	24
Quadro 2: Nuvem de palavras	55
Gráfico 1 – Utilização de ELN na Fiocruz.....	54
Gráfico 2 – Utilização de computadores no trabalho	56
Gráfico 3 – Habilidade em computação	56
Gráfico 4 – Caracterização dos ensaios	57
Gráfico 5 – Tipos de dados de pesquisa.....	57
Gráfico 6 – Gerenciamento e análise de resultados de pesquisa por softwares.....	58
Gráfico 7 – Grau de importância aos recursos de ELN	60
Gráfico 8 – Limitações ao uso de ELN.....	61
Gráfico 9 – Intenção em trabalhar com ELN.....	61
Gráfico 10 – Problemas com manutenção de dados de pesquisa	62
Gráfico 11 – Tipos de dados de pesquisa gerados por pesquisadores sem intenção de trabalhar com ELN.....	63
Gráfico 12 – Cinco recursos mais importantes para adoção de ELN	63
Gráfico 13 – Habilidade em computação X interesse de uso de ELN.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Interrelação entre princípios científicos sólidos e boas práticas de qualidade para credibilidade dos resultados.....	18
Tabela 2: Critérios de uma boa documentação segundo os princípios ALCOA +.....	19
Tabela 3: Recursos desejados de ELN suscitados por usuários do Projeto iLabber.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALCOA	Atribuíveis, Legíveis, Contemporâneos, Originais e Acurados
CEIS	Complexo Econômico-Industrial da Saúde
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
ELN	<i>Electronic Laboratory Notebook</i>
EMA	<i>European Medicines Agency</i>
Ensp	Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca
FAIR	<i>Findable, Accessible, Interoperable, reusable</i>
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
Fiocruz	Fundação Oswaldo Cruz
GTCA	Grupo de Trabalho de Ciência Aberta
IARC	<i>International Agency for Research on Cancer</i>
ICICT	Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
NIH	<i>National Institutes of Health</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial de Saúde
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PGD	Plano de Gestão de Dados
PIC/S	<i>Pharmaceutical Inspection Co-operation Scheme</i>
PMA	Políticas Públicas, Modelos de Atenção e Gestão do Sistema e Serviços de Saúde
POP	Procedimento Operacional Padrão
PPT	Programa de Pesquisa Translacional
QPBR	<i>Quality Practices in Biomedical Research</i>
RPT	Rede de Plataformas Tecnológicas
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SUS	Sistema Único de Saúde
UE	União Européia
VPPCB	Vice-presidência de pesquisa e coleções biológicas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. JUSTIFICATIVA.....	15
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
4.1. QUALIDADE E DOCUMENTAÇÃO EM PESQUISA	17
4.2. GESTÃO DE DADOS DE PESQUISA	21
4.2.1. Os princípios FAIR.....	25
4.3. OS CADERNOS DE LABORATÓRIO.....	26
4.3.1. A transição do Caderno de Laboratório.....	30
4.3.2. Desafios da implementação de um Caderno de Laboratório Eletrônico.....	31
4.3.3. Potencialidades dos Cadernos Eletrônicos de Laboratórios.....	33
4.3.4. Requisitos mais desejados para um ELN e experiências relatadas.....	36
5. FIOCRUZ.....	43
5.1. O PROGRAMA DE PESQUISA TRANSLACIONAL DA FIOCRUZ.....	45
6. METODOLOGIA.....	47
6.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	47
6.2. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	47
6.3. TÉCNICA DE COLETA DE DADOS.....	48
6.4. PARTICIPANTES.....	50
6.5. TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS.....	41
6.6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	41
7. RESULTADOS.....	52
7.1.RESULTADOS DA CONSULTA INSTITUCIONAL SOBRE CADERNOS ELETRÔNICOS DE LABORATÓRIO NA FIOCRUZ	52
7.2. RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO	55
8. DISCUSSÕES	65
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
REFERÊNCIAS.....	78
APÊNDICE A - MATRIZ DO ELECTRONIC LAB NOTEBOOK, LONGWOOD MEDICAL AND ACADEMIC AREA (LMA) , HARVARD.....	83
APÊNDICE B - TCLE E ROTEIRO DE QUESTIONÁRIO SEMI-ESTRUTURADO	89
APÊNDICE C - UNIVERSO DE PARTICIPANTES DO PROGRAMA DE PESQUISA TRANSLACIONAL.....	97

1. INTRODUÇÃO

A partir do fim da Segunda Guerra Mundial, observou-se uma veloz incorporação tecnológica na saúde, tanto no Brasil quanto no mundo, intensificada nas últimas décadas com a emergência de novas plataformas tecnológicas ligadas à biotecnologia, à nanotecnologia e às tecnologias de informação e comunicação (COSTA, 2016).

As emergentes tecnologias de informação de comunicação, aliadas ao desenvolvimento de uma nova geração de experimentos, tem feito com que a pesquisa científica contemporânea produza e utilize uma quantidade extraordinária de dados, conceituando a e-Science ou quarto paradigma, nome atribuído a pesquisas que podem lidar com essa enorme quantidade de dados, normalmente fazendo uso de métodos computacionais de alto desempenho, *big data*, entre outros recursos avançados (SAYÃO; SALES, 2014). Por outro lado, um grande número de pequenas equipes de cientistas gera uma enorme variedade de dados de pesquisa que não aparecem na literatura publicada, tecendo um fenômeno da “ciência invisível”, ou a “cauda longa da ciência”, cujos esforços são visíveis somente para um grupo de pesquisadores mais próximos e capaz de interpretar a curto prazo as informações (SALES; SAYÃO, 2018).

Independente do contexto atual da ciência, se estudos em e-Science ou da “ciência invisível”, o protagonismo dos dados de pesquisa é identificado no método científico moderno, com as tecnologias digitais acelerando e transformando a ciência e os processos de pesquisa, tornando-os mais transparentes e abertos (SALES; SAYÃO, 2018).

No campo biomédico, o compartilhamento e a reutilização de dados de pesquisa tornam-na mais ágil, traduzindo-se em resultados para a prática clínica. Também aprimora o rigor e a transparência, melhorando a reprodutibilidade e acelerando a descoberta científica. Entretanto, ainda existem desafios ao compartilhamento e aos esforços de ciência aberta. Eles podem ser decorrentes de preocupações e atitudes dos pesquisadores, ou mesmo tecnológicos. (FEDERER et al., 2015).

Normalmente, na prática, a gestão dos dados de pesquisa dentro dos laboratórios concentra-se na fase final do fluxo de trabalho, sugerindo que possa haver uma lacuna das plataformas de gestão de dados que suporte atividades preliminares de pesquisa (SAYÃO; SALES, 2018). Portanto, existem ainda barreiras para compartilhar os dados mais básicos de pesquisa científica, posto que trabalhar com dados digitais pode ser um desafio para pesquisadores que se concentram, principalmente, em experimentos em laboratório úmido (FEDERER et al., 2015).

Nessa perspectiva, esses atores da ciência ainda enfrentam dificuldades no fluxo da geração do conhecimento, nas etapas preliminares da descoberta científica nos laboratórios.

Entretanto, mesmo com os avanços de colaboração científica, que pressupõe acesso e compartilhamento, nos moldes que avançam para a ciência aberta, parte do trabalho científico não é visível, nem para a sociedade, nem para reuso dos pares (SALES; SAYÃO, 2018).

De acordo com Guimarães (2006), aumentar a taxa de incorporação do conhecimento científico e tecnológico em novos processos e produtos capazes de atender às necessidades e desejos dos brasileiros é um dos desafios a serem enfrentados no país. Destaque-se que a FIOCRUZ tem um papel na construção e no desenvolvimento da política de pesquisa no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Ora, as inovações no campo da saúde fundadas em bases científicas são cada vez mais frequentes e, de modo geral, podem resultar em importantes benefícios potenciais às pessoas (GUIMARÃES et al., 2019).

Nessa direção, de ressaltar a importância de uma base científica pavimentada em princípios e práticas sólidas, que se traduza em aplicações para a sociedade, procuramos dar ênfase à documentação dos dados de pesquisa no campo biomédico. Para entender como a incorporação tecnológica pode apoiar um adequado registro de dados, ampliar a colaboração e impulsionar a interdisciplinaridade da ciência, buscamos compreender ferramentas como os Cadernos Eletrônicos de Laboratório e as suas potencialidades frente às pesquisas biomédicas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Propor parâmetros para a construção de um Caderno Eletrônico de Laboratório voltado aos laboratórios de pesquisa da Fiocruz.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar as condicionantes para adoção de um Caderno Eletrônico de Laboratório pela área de pesquisa biomédica da Fiocruz, a partir do Programa de Pesquisa Translacional da Fiocruz;

Analisar as principais funcionalidades das ferramentas eletrônicas para Caderno de Laboratório comercialmente disponíveis.

3. JUSTIFICATIVA

Políticas de pesquisa para a saúde no âmbito do SUS, de acordo com Guimarães e colaboradores (2019), devem abranger os componentes das pesquisas biomédica, clínica, epidemiológica e das ciências sociais. No caso da pesquisa biomédica, um de seus principais desafios é buscar soluções, ao mesmo tempo, para as enfermidades que atingem mundialmente as populações, que são as doenças crônicas não transmissíveis, e para as enfermidades que incidem sobre as populações mais vulneráveis, ou seja, as doenças negligenciadas (GUIMARÃES et al., 2019).

Destaca-se então o papel que a pesquisa biomédica representa, no início da cadeia produtiva de fármacos, serviços e produtos biotecnológicos para consolidar a Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Especialmente no Brasil, uma base produtiva nacional alicerçada sobre pesquisas científicas sólidas, contribui para estruturar um sistema de saúde universal e integral.

No cenário então da pesquisa biomédica, em especial a pesquisa biomédica em saúde pública, deve haver um esforço para corrigir as fraquezas encontradas na condução e análise dos estudos, de forma a não produzir resultados deficientes ou desperdiçar recursos (GLASZIOU et al., 2014). Nesse sentido, melhorar a estrutura para registrar os dados de pesquisa produzidos em vários tipos e formatos, pode ser uma das etapas que pavimentam o método científico e ainda, contribuem para a reprodutibilidade dos estudos.

Historicamente, os estudos, ao longo de décadas, têm sido registrados nos cadernos de papel, cuja principal função parece ser um instrumento de memória a serviço de um pequeno grupo de pesquisadores que compartilha o mesmo ambiente físico (CLINIO, 2018).

De acordo com Sayão e Sales (2018), existe um ponto de inflexão nessa trajetória secular que é tornado possível pelas tecnologias digitais, que com seu poder de transformação, redefine também os pressupostos mais tradicionais do método e da comunicação científica. Ainda de acordo com os autores, o protagonismo dos dados é observado como um fenômeno que caracteriza a pesquisa das últimas duas décadas, e nesse período, registrou-se uma verdadeira revolução no volume, complexidade e importância dos dados nas atividades científicas, catalisada também pelo avanço contínuo das tecnologias digitais e o poder computacional.

Esses fatos demonstram que o registro e a guarda dos dados de pesquisa e sua mescla entre os arquivos em papel e os arquivos digitais têm uma série de implicações para a pesquisa. Formular estratégias de amplo gerenciamento dos vários tipos de dados, com um mecanismo

digital de registro, ainda inexistente na Fiocruz, mostra-se relevante para que as informações provenientes das atividades de pesquisa sejam (re)usadas, rastreadas e compartilhadas.

De acordo com Drucker (apud TIGRE 2006), o conhecimento se apoia efetivamente na habilidade de gerar, armazenar, recuperar, processar e transmitir informações uteis. E a maneira como hoje lidamos com a maior parte dos dados da pesquisa dificulta a sustentabilidade da ciência, a integridade dos estudos, o reuso de dados, a redução de custos e a otimização das pesquisas financiadas com recursos públicos. Ainda há um hiato no conhecimento, que apesar dos avanços na comunicação científica e no acesso e compartilhamento acelerados pelas tecnologias digitais e pela adoção dos pressupostos da ciência aberta, persiste invisível, tanto para a própria comunidade científica, como para a sociedade (SALES; SAYÃO, 2018).

Diante desse contexto, o aprimoramento de tecnologias, como a adoção do formato digital de registros científicos, o caderno de laboratório se torna um Caderno Eletrônico de Laboratório (*Electronic Laboratory Notebook* - ELN), capaz de transferir dados do papel para o software que oferece facilidades, como incorporação direta de dados oriundos de instrumentos científicos, criação de cópias de segurança (backups), ferramentas de busca, além de favorecer, em diversos níveis, a colaboração entre cientistas (CLINIO, 2018).

Diante de um cenário de pesquisa com redução de orçamentos, competição por recursos e frente às demandas estratégicas da sociedade brasileira, às peculiaridades do contexto nacional e às especificidades dos campos de atuação da Fundação Oswaldo Cruz (BUSS; GADDELHA, 2002), acreditamos que os Cadernos Eletrônicos de Laboratório podem contribuir na qualidade das informações das pesquisas, desempenhando papel importante na cadeia de desenvolvimento da ciência e da tecnologia e reforçando a importância do caráter público e protagonismo da Fiocruz como instituição pública indutora de mudanças no Estado.

Neste sentido, justifica-se a realização de um estudo na Fiocruz que demonstre as potencialidades, os desafios e as necessidades para o desenvolvimento de uma ferramenta tecnológica de registro de dados, como um ELN, para a pesquisa biomédica na Fundação Oswaldo Cruz.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1. QUALIDADE E DOCUMENTAÇÃO EM PESQUISA

O Relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) intitulado “Princípios e diretrizes para o acesso a dados de pesquisa financiados por fundos públicos”, descreve dados de pesquisa como “registros factuais usados como fonte primária para a pesquisa científica e que são comumente aceitos pelos pesquisadores como necessários para validar os resultados do trabalho científico” (SAYÃO; SALES, 2015 *Apud* OECD, 2007).

A conceituação de dados de pesquisa também é encontrada como ‘quaisquer informações que foram coletadas, observadas, geradas ou criadas para validar os resultados originais da pesquisa’. Dados bem organizados, bem documentados, preservados e compartilhados são importantes para promover a investigação científica e aumentar as oportunidades de aprendizado e inovação (UK DATA SERVICE, 2020).

Diversas práticas para alcançar dados relevantes, confiáveis, reprodutíveis e éticos, são estimuladas com o objetivo de gerar resultados bem fundamentados. Organização, recursos físicos, documentação, supervisão/ garantia da qualidade, práticas de publicação e biossegurança são considerados os seis alicerces da qualidade em pesquisa, de acordo com o manual da Organização Mundial de Saúde (OMS) de Práticas de Qualidade na Pesquisa Biomédica Básica (QPBR, do inglês *Quality Practices in Biomedical Research*). Essas práticas reforçam que a atividade científica deve gerar dados confiáveis, sendo estes fundamentais para a interpretação da pesquisa (WHO, 2010).

A pesquisa biomédica básica refere-se às atividades relacionadas com a busca de meios para detectar, prevenir ou tratar doenças humanas. Tal pesquisa abrange a descoberta e os estudos exploratórios que precedem as fases regulamentadas do desenvolvimento de drogas ou programas de desenvolvimento de métodos alternativos de controle de doenças (WHO, 2010, p. 17).

A pesquisa biomédica básica e translacional exploram mecanismos biológicos e fisiopatológicos com o objetivo de desenvolver novas terapias, medidas preventivas e diagnósticos para melhorar a saúde humana. (DIRNAGL et al., 2018, p. 1)

A qualidade em pesquisa compreende dois aspectos que precisam ser conquistados para contribuir com a credibilidade dos resultados: o aspecto científico fundamental e o aspecto experimental prático. A interrelação dos dois aspectos promove uma base sólida para o

alcance de resultados confiáveis, sendo que, na ausência de boas hipóteses ou princípios científicos e/ou boas práticas de qualidade, não são alcançados resultados confiáveis, como ilustrados na tabela 1 (WHO, 2010).

Tabela 1: Interrelação entre princípios científicos sólidos e boas práticas de qualidade para credibilidade dos resultados

	Princípios científicos sólidos	Práticas de qualidade	Credibilidade dos resultados
Estudo científico 1	Não	Não	Não
Estudo científico 2	Não	Sim	Não
Estudo científico 3	Sim	Não	Não
Estudo científico 4	Sim	Sim	Sim

Fonte: WHO, 2010.

A documentação é uma fundamentação bastante desenvolvida no QPBR. Ela detalha o quão completo precisam ser os registros das informações e eventos ocorridos na execução dos experimentos, descrevendo detalhadamente todas as condutas para conseguir registros robustos. A documentação é sustentada por documentos que são prescritivos: projeto de pesquisa e planos de estudo, procedimentos operacionais padrão (POPs); e por documentos descritivos: armazenamento adequado dos registros, cadernos de laboratório, apresentação de resultados, e armazenamento e arquivamento dos registros (WHO, 2010).

No tocante aos estudos clínicos, as legislações aplicáveis para práticas de qualidade são seguidas com bastante rigor. Mesmo assim, as descobertas mais comuns nas inspeções ou auditorias de ensaios clínicos incluem a falta de documentação de origem confiável, precisa e adequada. As boas práticas de documentação precisam ser enfatizadas para garantir que os resultados do estudo sejam construídos com base em dados válidos e confiáveis (BARGAJE, 2011).

Uma boa documentação envolve bons princípios para registro de dados. Os principais atributos para uma boa documentação, que garanta a integridade dos dados, foram primeiro descritos pela Agência Americana de controle de alimentos e medicamentos, *Food and Drug Administration* (FDA), na forma da sigla ALCOA, que em português pode ser lida como atribuível, legível, contemporâneo, original e preciso. Estes atributos são também adaptados pela OMS e complementados pela Agência Europeia de Medicamentos (EMA) (BARGAJE, 2011).

A organização reguladora farmacêutica, a *Pharmaceutical Inspection Co-operation Scheme* (PIC/S), somou ao acrônimo ALCOA, o símbolo “+” ou “Plus”. O ALCOA + ou ALCOA *Plus* acresce aos bons princípios do registro de dados - sejam eles em papel ou eletrônicos - as características completo, consistente, duradouro e disponível (PIC/S, 2018).

Ao passo que os princípios ALCOA + são baseados no registro e gestão acurados dos dados ou informações, um dado, para ser considerado íntegro pelas agências reguladoras, deve: deixar claro quem o documentou, ser legível, ser documentado imediatamente, ser original ou cópia exata, garantir acurácia e confiabilidade, ser mantido por todo período necessário e ser facilmente acessível (BARGAJE, 2011) (PIC/S, 2018). A tabela 2 sistematiza as expectativas dos critérios.

Tabela 2: Critérios de uma boa documentação segundo os princípios ALCOA +

Atribuível	Deve ficar claro quem documentou os dados, seja uma pessoa ou sistema computadorizado.
Legível	Legível e assinaturas identificáveis.
Contemporâneo	As informações devem ser documentadas no prazo correto, juntamente com o fluxo de eventos. Se uma observação clínica não puder ser inserida quando feita, a cronologia deve ser registrada. Uma quantidade aceitável de atraso deve ser definida e justificada.
Original	Original, se não original, deve ser cópia exata; o primeiro registro feito pela pessoa apropriada. O investigador deve ter o documento original.
Preciso	Acurado. Representação precisa, consistente e real dos fatos.
Duradouro	Os registros devem ser mantidos durante todo o período em que possam ser necessários. Eles devem permanecer intactos e acessíveis como um registro original durante todo o seu período de retenção.
Disponível	Facilmente acessível para revisão e durante auditorias / inspeções. Os documentos devem ser recuperados em tempo razoável.
Completo	Concluído até o momento presente, incluindo os metadados.
Consistente	Demonstrar os atributos necessários de forma consistente, aplicando boas práticas de documentação em qualquer processo, inclusive nas alterações feitas nos dados.

Fonte: Sistematizado a partir de BARGAJE, 2011 e PIC/S, 2018.

Ressalte-se que a apropriada documentação dos dados é uma etapa essencial para a interpretação, comprovação e reconstrução das atividades científicas, então, registros incompletos podem invalidar os estudos (WHO, 2010). Logo, para a conservação e preservação de resultados, observações, cálculos, teorias, críticas, aceitação ou não, o registro da ciência é primordial à atividade. Ao passo que a ciência é um processo altamente dinâmico, e seus resultados são quase sempre provisórios e transitórios, os pesquisadores devem registrar todos os seus esforços. Esses registros, por sua vez, são submetidos a análises criteriosas da comunidade científica (DROESCHER; SILVA, 2014), com dados que podem ser colocados à prova, ou mesmo, reutilizados.

A dificuldade em reutilizar dados ou reproduzir estudos levantam a hipótese que a ciência pode estar vivendo uma crise de reprodutibilidade. Essa crise foi relatada por 90% dos participantes de uma pesquisa publicada na revista *Nature*. Ainda, diversos autores sugerem que a reprodutibilidade na pesquisa é menor do que a desejável, estimando que cerca de 85% dos esforços da pesquisa biomédica são desperdiçados (MUNAFÒ et al., 2017).

Para que o tempo e os recursos investidos na condução das pesquisas não sejam desperdiçados, é desejável que ela seja relatada adequadamente. Investir em desenvolvimento e manutenção de infraestrutura para suportar todos os elementos das pesquisas, da vinculação ao arquivamento de dados, são algumas recomendações para combater a ineficiência dos relatórios e publicações da pesquisa, que dificultam a reprodutibilidade, por apresentarem elementos insuficientes que permitam a reconstrução dos estudos (GLASZIOU et al., 2014).

Antes, Kuykendall e Dubois (2019) realizaram um estudo com 52 pesquisadores para descrever as práticas que eles empregavam nas rotinas de pesquisa para promover o rigor, a reprodutibilidade e a conformidade regulatória. Estes pesquisadores escolhidos trabalham nas principais universidades de pesquisa (77% públicas) dos Estados Unidos, com projetos financiados pelo governo federal, realizam pesquisas de alta qualidade e alto impacto e possuem reputação de profissionalismo e integridade. Estes pesquisadores foram intitulados como “exemplares” neste estudo.

Os pesquisadores “exemplares” identificaram um conjunto de oito práticas, no qual os membros do laboratório colaboram abertamente para examinar seu trabalho e compartilhar a responsabilidade por pesquisas rigorosas e compatíveis. As oito práticas mais comuns, citadas por mais de 50% do grupo de pesquisa, na ordem em que se apresentam, incluem realizar reuniões regulares da equipe, incentivar a propriedade compartilhada e a tomada de decisões, fornecer supervisão e orientação, garantir treinamento adequado, promover atitudes positivas sobre conformidade, examinar dados e resultados e seguir os procedimentos operacionais padrão (ANTES; KUYKENDALL; DUBOIS, 2019).

A pesquisa também ilustrou outras práticas citadas pelos pesquisadores exemplares. Entre elas, uma documentação meticulosa dos dados, com registros e notas detalhadas, é uma prática comum de quase metade (44%) deles. Essa documentação pode tomar a forma de cadernos de laboratório, planos escritos, ou metadados, exigindo um registro meticuloso e manutenção de dados e notas detalhados sobre praticamente todo o ciclo da pesquisa (ANTES; KUYKENDALL; DUBOIS, 2019).

De acordo com Baker (2016), os registros possuem a função de comprovar ou evidenciar o que foi feito, ou seja, são a fotografia instantânea dos dados. Para Sayão e Sales (2012), uma vez que as atividades e registros de pesquisa estão crescentemente dependentes de materiais digitais, para que haja avanço do conhecimento científico, é necessário o estabelecimento de metodologias e compromissos de longo prazo que garantam a capacidade de documentar os dados em formatos digitais, além de garantir que esses dados possam ser acessados, interpretados e reutilizados com a tecnologia corrente à época do acesso.

4.2. GESTÃO DE DADOS DE PESQUISA

A gestão de dados de pesquisa refere-se à organização dos dados, desde a sua entrada no ciclo de pesquisa, até a disseminação e o arquivamento de seus resultados. Essa gestão faz parte do processo da investigação e visa torná-lo o mais eficiente possível e atender às expectativas e requisitos das instituições de ensino e pesquisa, das agências financiadoras e da legislação vigente. A gestão otimiza a pesquisa, seja para tornar os dados total ou parcialmente abertos (WHYTE; TEDDS, 2011).

Com o avanço das tecnologias, cada vez mais tem sido ampliada a possibilidade de se trabalhar com dados periodicamente capturados. Esses dados demandam processamento em larga escala, exigindo planejamento e gerenciamento seguro de forma a garantir a sua interpretação e reuso em novas pesquisas (VEIGA et al., 2019).

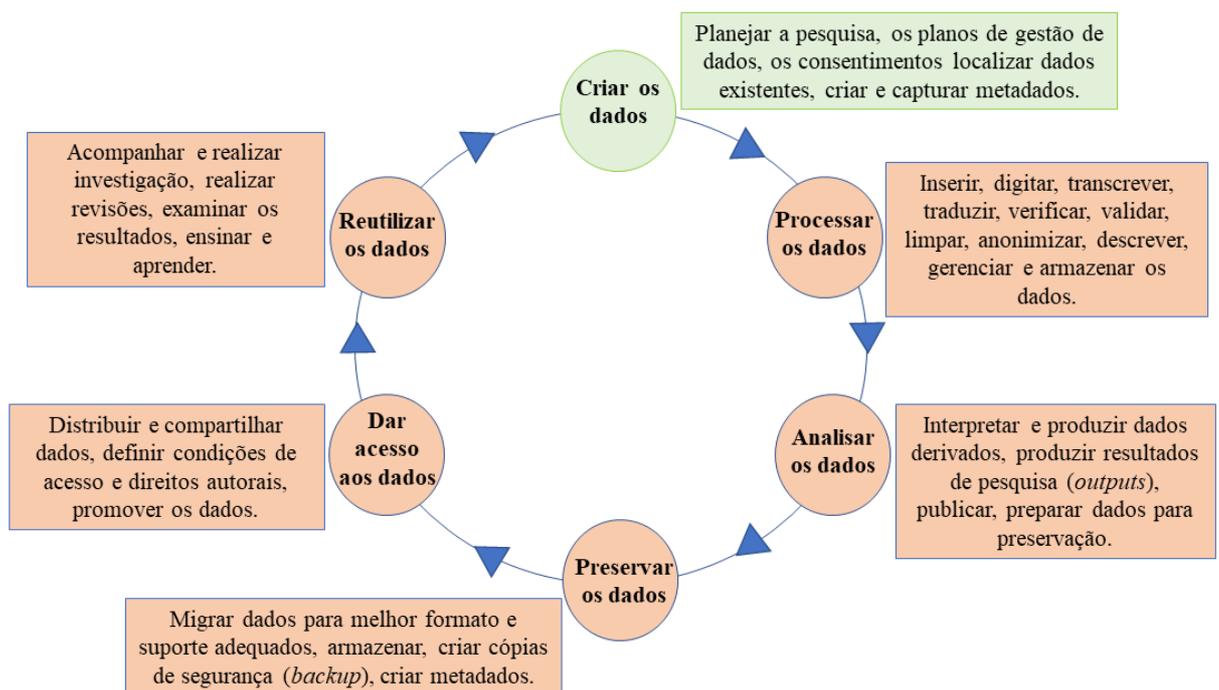
Recentemente, uma fundação brasileira de financiamento à pesquisa reconheceu a importância da gestão adequada dos dados como parte essencial das boas práticas de pesquisa, de modo a garantir o maior benefício possível para o avanço científico e tecnológico (FAPESP, 2017).

A gestão e compartilhamento de dados de pesquisa não é uma novidade. O *National Institutes of Health* (NIH), nos Estados Unidos, possui guia e política para compartilhamento de dados desde 2003. Entretanto, no Brasil, as principais ferramentas e práticas foram publicadas em um Guia por Sayão e Sales no ano de 2015.

Se o dado é a fonte primária, todo o ciclo da pesquisa em torno do dado, do planejamento à análise, é central nos projetos. Sayão e Sales (2015) descrevem oito etapas no ciclo de vida dos dados de pesquisa, utilizando como referência o ciclo definido pelo DataONE: Planejar, Coletar, Assegurar, Descrever, Preservar, Descobrir, Integrar e Analisar. Os projetos podem usar apenas parte do ciclo de vida, por exemplo, nas etapas de descobrir, integrar e analisar.

O Reino Unido possui um serviço de dados, o UK Data Service, que atende às necessidades do gerenciamento de dados de pesquisadores de todos os setores, incluindo do universo acadêmico, do governo central e local, de instituições de caridade e fundações, de centros de pesquisa independentes e do setor comercial. O UK Data Service separa o ciclo de vida de forma um pouco mais sucinta que o guia brasileiro, centrado em 6 etapas para os dados: criar, processar, analisar, preservar, dar acesso e reutilizar. A figura 1 destaca essas etapas, com as principais ações de cada uma delas no ciclo (UK DATA SERVICE, 2020).

Figura 1: Ciclo de vida dos dados de pesquisa segundo UK Data Service



Fonte: Adaptado de UK DATA SERVICE, 2020.

O Guia de Gestão de Dados de Pesquisa brasileiro enfatiza que a pesquisa científica produz e coleta dados que são muito variados e heterogêneos, que têm natureza e formatos diferentes, que são coletados em volumes variados e passam por diferentes processos que dependem de cada disciplina e dos objetivos da pesquisa. Portanto, é relevante saber que tipos

de dados e em que quantidade uma pesquisa irá gerar, como esses dados serão processados e em quais formatos de arquivos, como esses arquivos serão nomeados, quais serão as medidas de garantia e controle de qualidade, entre outras perguntas importantes (SAYÃO; SALES, 2015).

Essas perguntas importantes sobre os dados requerem planejamento. Instrumentos facilitadores e requeridos por diversas agências de fomento internacionais, são os Planos de Gestão de Dados (PGD), que tem papel importante na gestão dos dados durante todo o ciclo de vida da pesquisa, direcionando boas práticas de gestão, de forma a possibilitar que os dados sejam acessados, preservados e reusados em novas pesquisas (SCHIERMEIER, 2018).

Um Plano de Gestão de Dados explica como os pesquisadores lidam com seus dados durante e após um projeto e inclui a criação, o compartilhamento e a preservação de dados de pesquisa de qualquer tipo, incluindo texto, planilhas, imagens, gravações, modelos, algoritmos e software. Financiado pela União Européia (UE), o portal FOSTER - <https://www.fosteropenscience.eu/> - fornece material de orientação e treinamento sobre planos de gerenciamento de dados (SCHIERMEIER, 2018).

Muitos financiadores internacionais, como Wellcome Trust, Fundação Bill e Mellinda Gates, NIH e Horizon 2020, estão pedindo que os pesquisadores que pleiteiam recursos provenientes de editais públicos forneçam um PGD. O plano de gerenciamento de dados é um exemplo da maneira pela qual patrocinadores públicos de pesquisa e instituições de pesquisa estão implementando a 'ciência aberta', o esforço para tornar a pesquisa e os dados científicos livremente acessíveis (SCHIERMEIER, 2018).

Os requisitos dos PGD variam de uma disciplina para outra. Os dados de pesquisa arquivados devem ser acompanhados por **metadados** apropriados que descrevam sua origem e finalidade, para que outros possam encontrá-los, ler e compreendê-los.

A definição clássica é literal, com base na etimologia da própria palavra - metadados são "dados sobre dados"(RILEY, 2017, p. 1).

De modo geral, os pesquisadores precisam descrever - antes de iniciar a pesquisa - quais dados eles irão gerar; como os dados serão documentados, descritos, protegidos e selecionados; e quem terá acesso a esses dados após a conclusão da pesquisa. Eles também devem explicar quaisquer restrições de compartilhamento e reutilização de dados, como questões legais e de confidencialidade (SCHIERMEIER, 2018).

Uma proposta modelo de PGD para pesquisadores brasileiros de uma instituição pública, a Fiocruz, adaptado do guia europeu por Veiga e colaboradores (2019), busca alinhar os princípios FAIR ao fortalecimento do novo paradigma das práticas de gestão de dados contidas no âmbito da Ciência Aberta mundial (VEIGA et al., 2019). O modelo do plano é

apresentado em 7 seções. A primeira seção objetiva a documentação das informações administrativas do pesquisador principal, responsável pela condução do estudo. As demais seções levam o pesquisador a relatar todo o planejamento dos dados da pesquisa, pontuando questões com o propósito de detalhar a integralidade do processo que será conduzido. O PGD solicita informações de como os dados serão coletados, como serão descritos e reutilizados, como serão documentados, qual será a forma de armazenamento e backup, quais são os requisitos legais e éticos pertinentes aos dados, como e em que momento da pesquisa os dados poderão ser compartilhados e quais os recursos serão utilizados para permitir a gestão dos dados. O modelo completo do plano é apresentado no quadro 1.

Quadro 1: Quadro modelo de Plano de Gestão de Dados de instituição pública de pesquisa

Seção A: Informação Administrativa	
A1.	Informe o nome completo do pesquisador principal
A2.	Informe o <i>e-mail</i> de Contato
A3.	Qual o seu telefone?
A4.	Informe o <i>link</i> do Currículo Lattes do Pesquisador Principal
A5.	Informe o <i>link</i> do ORCID do Pesquisador Principal.
A6.	Informe o título do seu projeto
A7.	Descreva o resumo do projeto
A8.	A qual Unidade da Fiocruz o seu projeto está vinculado?
A9.	Qual a data de início do projeto?
A10.	Indique a previsão de término do projeto
A11.	O projeto tem financiamento?
A12.	Especifique o financiamento
A13.	Qual a versão deste Plano de Gestão de Dados?
A14.	Quem será o responsável pelo preenchimento e atualização do Plano de Gestão de Dados?
Seção B: Descrição dos dados coletados ou reuso de dados existentes	
B1.	Como os dados serão coletados, produzidos ou como os dados existentes serão reutilizados?
B2.	Quais os tipos de dados que serão coletados ou produzidos?
B3.	Quais os formatos de dados que serão coletados ou produzidos?
B4.	Qual o volume aproximado dos dados coletados ou produzidos?
Seção C: Documentação e Qualidade dos Dados	
C1.	Indique os metadados adotados
C2.	Indique o padrão de metadados adotado
C3.	Indique os documentos que acompanharão os dados
C4.	Indique as medidas adotadas para organização e controle de qualidade dos dados
Seção D: Armazenamento e Backup durante o processo de pesquisa	
D1.	Como os dados serão armazenados e como serão feitas as cópias de segurança durante a pesquisa?
D2.	Como a segurança dos dados e a proteção dos dados sensíveis serão tratadas durante a pesquisa?

Seção E: Requisitos Legais, Éticos e de Códigos de Conduta	
E1.	Se os dados pessoais forem tratados, como será assegurado o cumprimento da legislação relativa aos dados pessoais e à proteção dos dados?
E2.	Como as questões legais referentes aos direitos de propriedade intelectual serão gerenciadas? Qual legislação se aplica?
E3.	Indique a licença que será aplicada.
E4.	Como as possíveis questões éticas e os códigos de conduta serão levados em consideração?
Seção F: Compartilhamento de Dados e Preservação a longo prazo	
F1.	Como e quando os dados serão compartilhados? Existem possíveis restrições ao compartilhamento e/ou à abertura de dados ou motivos para embargo?
F2.	Como os dados para preservação serão selecionados e onde os dados serão preservados a longo prazo (por exemplo, em um repositório de dados)?
F3.	Quais métodos ou ferramentas de software serão necessários para acessar e usar os dados?
F4.	Como será assegurado o registro de um identificador único e persistente (como um DOI - Digital Object Identifier) para cada conjunto de dados?
Seção G: Responsabilidades e Recursos Financeiros para Gestão de Dados de Pesquisa	
G1.	Quem será o responsável pela gestão dos dados?
G2.	Quais recursos (ex.: financeiros, tempo) serão dedicados à gestão de dados e à garantia que eles sejam FAIR (localizável, acessível, interoperável, reutilizável)?
G3.	Para projetos colaborativos, explique como será a coordenação da gestão de dados e as responsabilidades de cada um dos parceiros.

Fonte: (VEIGA et al., 2019)

O PGD, em 2018, passou a ser um dos cinco componentes do ecossistema dos dados FAIR. É importante destacar que um Plano de Gestão de Dados de pesquisa institucional deve estar coerente com os princípios FAIR e atender às exigências dos diferentes domínios disciplinares (VEIGA et al., 2019).

É também válido pontuar que, para recuperar e reutilizar dados científicos, são essenciais ter metadados de qualidade, evitando pós-processamentos para análise de conjunto de dados. A literatura sobre qualidade de metadados geralmente aponta para a necessidade de melhores práticas e infraestrutura para criar metadados, referenciando as métricas dos princípios FAIR (GONÇALVES; MUSEN, 2019).

4.2.1. Os princípios FAIR

As melhores práticas de gerenciamento de dados são necessárias durante todo o ciclo de vida dos dados e estão bem descritas nos “Princípios Orientadores da FAIR para gerenciamento e administração de dados científicos”. Formulado em 2014, o Guia de Princípios FAIR, foi concluído e publicado em 2016 no periódico *Scientific Data* do *Nature Publishing Group*. A partir de então, esses princípios passaram a ser reconhecidos internacionalmente, sendo

considerados os elementos norteadores para a descoberta, acesso, interoperabilidade e reuso dos dados, por oferecerem orientações basilares no tratamento, reuso e publicação de conjunto de dados, sob condições claramente entendidas por humanos e máquinas (WILKINSON et al., 2016).

Os princípios FAIR enfatizam que os dados podem ser considerados como a produção principal da pesquisa científica e sua publicação e reutilização é necessária para garantir a validade, reprodutibilidade e novas descobertas (SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE, 2016).

Os princípios FAIR são assim nomeados pelas suas iniciais, em inglês, de *Findable, Accessible, Interoperable e Reusable*. As diretrizes descritas pelo acrônimo são de fundamental importância ao estabelecer orientações para todo o processo de gestão, curadoria e preservação dos dados de pesquisa, voltados ao compartilhamento e o reuso (VEIGA et al., 2019).

De modo sucinto, para ser *Findable* – Localizável – os dados devem possuir um identificador único persistente e devem conter metadados acionáveis por máquina (computadores). Para ser *Accessible* – Acessível – é necessário que dados e metadados sejam recuperados, tanto por seres humanos como por máquinas, pelo identificador único, usando protocolos de comunicação padrão. Caracteriza-se por ser *Interoperable* – Interoperável – os dados e metadados acionáveis por máquina, o que suscita que eles trabalhem com ontologias ou vocabulários padronizados. E para ser considerado *Reusable* – Reutilizável - os dados e metadados precisam ser localizáveis, acessíveis, interoperáveis e suficientemente bem descritos, chamados metadados ricos (FORCE11, 2014).

Por conseguinte, uma vez que o FAIR é um conjunto de práticas aceitas pela comunidade científica para que os produtores e os usuários, humanos ou computadores, possam corretamente usar e citar de modo mais fácil os dados (WILKINSON et al., 2016), os computadores passam a ser companheiros em toda iniciativa de pesquisa, posto que arquivos de dados científicos contemporâneos são grandes, complexos e estão distribuídos globalmente, tornando quase impossível que um ser humano seja capaz de manualmente descobri-los, integrá-los, inspecioná-los e interpretá-los. Existe uma perspectiva de que as atividades de gerenciamento de dados orientadas por FAIR serão cada vez mais mandatórias por organismos públicos de fomento (SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE, 2016).

4.3. OS CADERNOS DE LABORATÓRIO

O registro de dados é uma das rotinas elementares e da maior importância para a pesquisa científica em laboratórios (ROCHA; SALES; SAYÃO, 2018; RILEY; HATTAWAY;

FELSE, 2017) e os cadernos de laboratório têm sido um elo da pesquisa científica há séculos para organizar e documentar ideias e experimentos (GATES; MCLEAN; OSBORN, 2015). O caderno de laboratório em papel foi e continua sendo utilizado na produção de documentação em pesquisa. A maioria dos cientistas registra medições, resultados intermediários e ideias em seus cadernos individuais (KLOECKNER et al., 2013). De acordo com Tachibana (2014), o número de cientistas que utilizam cadernos de papel em laboratórios chega a 95% no meio acadêmico.

O caderno de laboratório é uma ferramenta de organização e de memória que serve de registro primário da pesquisa científica e das atividades relacionadas. O caderno registra as hipóteses, experimentos e análises iniciais ou interpretações dos experimentos; serve também como o registro legal da propriedade intelectual das ideias e dos resultados obtidos pela pesquisa (SCHNELL, 2015), sendo fundamentais aos pesquisadores, uma vez que constituem a espinha dorsal das atividades supracitadas, além da guarda de registros e gestão de dados (ROCHA; SALES; SAYÃO, 2018; SANTOS; BORGES; LOURENÇO, 2019). O caderno de laboratório também responde pela função de registrar o trabalho realizado para que a pesquisa possa ser repetida ou evitada se o resultado não for o desejado e permitir que pesquisas subsequentes avancem com base nos resultados anteriores (TAYLOR, 2006). O caderno também é capaz de agregar informações que se sobrepõem e se complementam nas diferentes espécies e tipos documentais que coexistem no universo da atividade científica (SANTOS; BORGES; LOURENÇO, 2019).

Com um papel necessário na pesquisa, os cadernos de laboratório devem demonstrar o estado da arte da ciência. Apesar das suas aparentes limitações perante uma geração digital, Wright (2009) justifica que os cadernos de papel são considerados altamente flexíveis, pois o usuário pode configurá-lo para armazenar quase tudo o que pode ser escrito ou colado fisicamente nas páginas. No entanto, o mesmo autor concorda que a recuperação e o compartilhamento de dados de cadernos de papel são processos que exigem muito trabalho, que os cadernos podem ser extraviados, ou ainda apresentarem um único ponto de falha que culmine na perda de todas as entradas no volume (WRIGHT, 2009). Ainda, os cadernos nos quais os registros são anotados muitas vezes ficam limitados às paredes dos laboratórios, e acentuam o que a literatura denomina a cultura de segredo. Os dados que sustentam uma pesquisa geralmente ficam adormecidos, armazenados em computadores ou mídias pessoais (ROCHA; SALES; SAYÃO, 2018).

Durante os anos 90, as empresas começaram a reconhecer que as informações disponíveis nos registros de cadernos de papel eram altamente valiosas, mas foram essencialmente perdidas para a organização. Era difícil para os usuários de cadernos de laboratório inserir

dados no papel e depois registrar os mesmos dados separadamente em um ou mais bancos de dados de computadores. Para mais, a transcrição manual de dados em um caderno de papel é suscetível a erros e, em muitos casos, por exemplo, como fotografias, a transcrição nem é possível (TAYLOR, 2006).

De acordo com Machina e Wild (2013), outro ponto deficiente no uso dos cadernos de papel está na dificuldade do trabalho colaborativo. O compartilhamento de informações registradas em cadernos de papel exige tempo e esforço para que um pesquisador copie as informações e envie-as ao pesquisador solicitante. A ferramenta em papel cria problemas para o pesquisador receber e usar as informações. Não só pela falta de praticidade da atividade de transcrição, ela ainda não é recomendada pelos Manuais de Integridade de Dados (SINDUS-FARMA, 2017).

Além de ser difícil registrar e preservar a trilha de auditoria para as informações contidas nas páginas copiadas (MACHINA; WILD, 2013), a indexação de experimentos de pesquisa também não existe em papel. Embora bancos de dados externos possam correlacionar números de cadernos para os usuários, não é possível, no papel, rastrear com um comando de busca, experimentos específicos ou todos os experimentos que foram trilhados para um determinado composto, por exemplo (LASS, 2011).

Voltando ao trabalho colaborativo, Machina e Wild (2013) também falam que os cadernos de papel dificultam enormemente o registro de dados e informações de um mesmo experimento desenvolvido por mais de um pesquisador. Nesse caso, ou o caderno exige uma proximidade física dos pesquisadores, ou ele limita onde e com quem os pesquisadores podem colaborar. O papel também obriga os pesquisadores a gravar informações uma a uma. Ainda, as assinaturas podem causar problemas, se não estiver claro quem foi responsável por entradas específicas em um experimento.

Os cadernos em papel triplicam o seu tamanho original, pois os pesquisadores literalmente cortam e colam impressões de computadores. Um estudo mostrou que, dependendo da área de pesquisa, os cientistas colam de 25% a 80% das impressões. A cópia manual de documentação em um caderno de papel é contraproducente e consome um tempo valioso de uma força de trabalho altamente qualificada. Na área crescente de estudos *in silico* ou em estudos onde são geradas grandes quantidades de dados brutos digitais, a ideia de colocar tudo em um caderno de papel não parece apropriada. Além disso, os cadernos de laboratório em papel, de natureza sequencial, não são adequados para documentar eventos que ocorrem automática e simultaneamente (KIHLÉN; WALIGORSKI, 2003; MACHINA; WILD, 2013). O resultado de tudo isso é uma qualidade cada vez menor da documentação (KIHLÉN; WALIGORSKI, 2003).

Por outro lado, os computadores são amplamente utilizados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) moderna, e muitos dos dados que precisam ser registrados em um caderno de laboratório são gerados eletronicamente. Dessa forma, o caderno de laboratório em papel passa a ser o último elemento não eletrônico do sistema de fluxo de trabalho de P&D, e há muita pressão para substituí-lo por uma ferramenta digital (TAYLOR, 2006).

Os cadernos de laboratório tradicionais em papel deveriam ser uma fonte privilegiada de informações sobre como os cientistas produzem conhecimento novo, facilitando inclusive a reprodução posterior de experimento. No entanto, pesquisadores que estudam os cadernos de laboratório destacam a dificuldade de lidar com eles como fonte de informação, dada a irregularidade, a forma de suas entradas e a qualidade dos seus registros (HOLMES; RENN; RHEINBERGER, 2003).

No tocante às boas práticas científicas, estas exigem que os dados sejam mantidos por pelo menos 10 anos. Muitos laboratórios mantêm toda a documentação para reconstruir experimentos e revisar os dados primários associados por muito mais tempo - mas rastrear e usá-los pode ser algo que consome tempo e é, por vezes, impossível. O servidor de armazenamento de arquivos do grupo de pesquisa pode guardar as principais informações, mas sem torná-las realmente acessíveis (NUSSBECK et al., 2014).

Essa dificuldade em acessar dados não parametrizados em servidores de arquivos pode não ser tão incomum. Em uma unidade de uma instituição pública de pesquisa brasileira, a Fiocruz, Santos e colaboradores (2019) realizaram uma pesquisa, na qual os entrevistados, em 94% dos laboratórios visitados, declararam que possuem documentos eletrônicos em seus computadores de trabalho arquivados em pastas gerenciadas por eles mesmos ou no sistema eletrônico utilizado pela equipe.

Ressalta-se então que a digitalização mudou todos os aspectos do manuseio de dados: a aquisição tornou-se automatizada, os dados primários existem em uma enorme variedade de formatos, requerem amplo espaço de memória, e as análises utilizam cada vez mais softwares sofisticados (NUSSBECK et al., 2014; GATES; MCLEAN; OSBORN, 2015). E, embora a anotação eletrônica tenha se tornado o estado da arte na indústria farmacêutica, ela não é o padrão nos laboratórios de pesquisa. De fato, a manutenção de registros digitais, na forma de cadernos eletrônicos de laboratório, tem sido controversa no ambiente acadêmico e alguns autores alegam que sua implementação está atrasada (NUSSBECK et al., 2014; DIRNAGL; PRZESDZING, 2016).

4.3.1. A transição do Caderno de Laboratório

Na década de 80, os cadernos eletrônicos eram mal vistos, uma vez que as discussões sobre proveniência e validade informacional levavam a crer que esse novo tipo de registro era mais passível de fraudes do que os cadernos de laboratório em papel. Apenas nos anos 2000, os governos norte-americano e de alguns países europeus, como a Inglaterra, assinaram novas leis que garantiam a mesma validade informacional delegada aos cadernos em papel para os Cadernos Eletrônicos de Laboratório, ou *Electronic Laboratory Notebook* (ELN), como citados na literatura internacional (RUBACHA; RATTAN; HOSSELET, 2011; ROCHA; SALLES; SAYÃO, 2017). A partir desse momento, o número de ELN rapidamente se multiplicou (RUBACHA; RATTAN; HOSSELET, 2011).

Muitas empresas, especialmente as indústrias química e farmacêutica, têm introduzido meios eletrônicos de documentar experimentos para aumentar a produtividade do trabalho e facilitar o intercâmbio de conhecimentos. Estes meios são soluções de empresas de software especializadas, ou programas altamente específicos desenvolvidos sob medida (RUDOLPHI; GOOSSEN, 2012). A indústria utiliza sistemas de cadernos eletrônicos há 20 anos e, de acordo com Downie (2019), há benefícios comprovados. Dados da literatura apontam que os grupos de pesquisa também poderiam beneficiar-se de forma semelhante às indústrias utilizando registros eletrônicos, contudo o uso desses meios eletrônicos na academia é escasso (RUDOLPHI; GOOSSEN, 2012) e é difícil identificar um sistema que seja apropriado para a implantação institucional no âmbito acadêmico (DOWNIE, 2019).

Mesmo que o uso de ELN não seja generalizado em laboratórios acadêmicos quando comparado ao ambiente industrial, a versão eletrônica parece ser mais robusta que a em papel na documentação dos registros, apresentando contribuições para a proteção da propriedade intelectual, para a rastreabilidade dos resultados, e no cumprimento de requisitos regulatórios (KLOECKNER et al., 2013). Essa preocupação com rastreabilidade e reprodutibilidade, tem trazido melhorias na documentação do trabalho de laboratório, motivada pelas exigências mais rigorosas dos requisitos de gerenciamento de dados das agências financiadoras (KWOK, 2018).

Nussbeck (2014) e Guerrero (2017) acreditam que os laboratórios acadêmicos deixarão a mistura de dados digitais e anotações em papel, para substituir os cadernos de laboratório em papel para eletrônicos. Nussbeck (2014) explicita três motivos que estariam possivelmente associados a esta mudança, focada em apoiar as boas práticas científicas. Primeiro, a grande maioria dos dados gerados por um pesquisador será em formato digital, que deverá ser docu-

mentado e arquivado; no entanto, o caderno de laboratório em papel não facilita uma documentação de dados estruturada. O segundo motivo é a padronização. Padronizar protocolos experimentais e formatos de dados, melhora a comparabilidade geral e re-análise de dados. Terceiro, o armazenamento de dados a longo prazo, um componente essencial das boas práticas científicas, se transforma em um exercício penoso quando faltam anotações detalhadas e padronizadas (metadados).

Segundo Gates e colaboradores (2015), uma vez que os ELN fornecem uma série de recursos operacionais e de documentação em um formato intuitivo e de acesso disponível, o aspecto mais importante da transição – do papel para o eletrônico – é tornar a mudança a mais confortável possível, para que o processo criativo, que é a marca registrada da investigação científica, seja mantido e aprimorado (GATES; MCLEAN; OSBORN, 2015).

De acordo com Nussbeck (2014), a economia de tempo também é um fator a considerar para sair do registro em papel. O autor afirma que um ELN oferece um enorme potencial na coleta e gerenciamento de dados, que podem apoiar primordialmente na preparação de relatórios, manuscritos e apresentações. Como as entradas em um ELN precisam ser padronizadas para cada grupo, elas fornecem automaticamente uma descrição pesquisável de todos os dados armazenados no servidor do grupo. Dessa forma, um ELN pode permitir o uso eficiente dos dados por gerações sucessivas de estudantes, pós-doutores e pesquisadores, de forma a manter o conhecimento técnico em laboratório e permitir a reconstrução detalhada de experimentos (NUSSBECK et al., 2014).

4.3.2. Desafios da implementação de um Caderno de Laboratório Eletrônico

Taylor (2006) afirma que o ELN acabará sendo usado por todos os pesquisadores de P&D para registrar a integralidade de suas pesquisas e se tornará sua aplicação central. Segundo o autor, os pesquisadores esperam extrair informações dos ELN de maneira eficiente e fácil. Isso coloca uma grande pressão na arquitetura dos ELN; em termos industriais, deve ser aberto, extensível, escalável e robusto. Além disso, um ELN deve ser de fácil utilização, simplificar o processo de trabalho do usuário e ser rápido. Somente no campo da pesquisa e desenvolvimento farmacêutico, os ELN também devem ser capazes de lidar com muitos tipos diferentes de dados, por exemplo, estruturas químicas, reações químicas, protocolos experimentais, imagens digitais, espectros e cromatogramas. O autor diz ainda que um ELN que engloba todas essas necessidades não pode ser oferecido por um único fornecedor, pois nenhum possui todo o conhecimento necessário (TAYLOR, 2006).

Já Tachibana (2014) coloca como principais desafios a manutenção da acessibilidade e usabilidade dos dados daqui a 20 anos e, portanto, a escolha de um ELN deve ser pensada com cuidado agora e no futuro, com requisitos de expansividade, mobilidade e compatibilidade para *tablets* e *smartphones*.

Embora pareça haver muitas vantagens inerentes a um ELN, toda tecnologia emergente envolve novos desafios. Podem surgir da infraestrutura, mídia de armazenamento, software ou erro humano, mas os principais argumentos contrários ao ELN continuam sendo questões técnicas e envolvem requisitos de tempo, custos e segurança. As consequências financeiras da introdução de um ELN não se limitam à obtenção de licenças de software, mas incluem servidores de arquivo dedicados, sistemas de backup e equipe de Tecnologia de Informação dedicada, com contínuo suporte e manutenção (NUSSBECK et al., 2014; KANZA et al., 2017) .

Além da questão custo, dentre as barreiras para tornar o caderno de laboratório em formato digital, estão a energia de ativação necessária para mudar os hábitos de trabalho, que pode ser traduzida em uma mudança cultural (Share your lab notes, 2007; TACHIBANA, 2014) e o número assustador de opções de ELN (TACHIBANA, 2014).

Na vasta gama de produtos disponíveis, o mercado de ELN engloba uma variedade considerável de opções e muitos pesquisadores simplesmente não têm tempo ou motivação para fazer a mudança para o caderno eletrônico (KWOK, 2018). Com mais de 35 soluções ELN disponíveis, identificar e implementar um ELN pode ser demorado (RUBACHA; RATTAN; HOSSELET, 2011). Alguns anos depois da publicação de Rubacha e colaboradores (2011), outro autor mostrou que um estudo realizado em 2016 pela Universidade de Southampton, Reino Unido, identificou 72 ELN comerciais ativos e 30 não mais ativos, devido à descontinuação ou compra por outras empresas. Assim, pode ser exaustivo encontrar o melhor caderno eletrônico de laboratório (KANZA et al., 2017).

Outro desafio posto é a facilidade de uso percebida dos cadernos de papel em comparação com os sistemas eletrônicos. O ELN pode, por vezes, ser considerado mais difícil de usar e menos flexível que o caderno de papel, mas, sobretudo, é prudente avaliar as empresas emergentes criadoras de ELN, pois podem incitar preocupações com a estabilidade, acessibilidade e disponibilidade, ou mesmo serem compradas por outras empresas, perdendo a continuidade do processo de registro (ROCHA; SALES; SAYÃO, 2017; KANZA et al., 2017).

Kanza e colaboradores (2017) categorizaram as barreiras à adoção de um determinado ELN comercial, o iLabber. Na categoria “Custo”, barreiras nomeadas como desenvolvimento futuro, custos de aplicativos e custos contínuos do sistema aparecem como as principais preocupações, listadas por mais de 90% dos usuários. A seguir, outro relato muito frequente,

apresentado por 84% dos usuários enquadra-se na categoria “Compatibilidade de dados”, com o receio dos usuários de que os dados sejam vinculados a um pacote comercial. As demais categorias, “Facilidade de uso”, “Acesso ao ELN” e “Atitude frente ao ELN”, são vistas como barreiras, mas com menor frequência que as primeiras citadas.

Dentre outros obstáculos para a introdução de um ELN estão a usabilidade, formatos de arquivo e mecanismos de entrada de dados. Há ainda que se pesar que muitos ELN são atribuídos a campos de pesquisa específicos, como biologia, química ou física (MENZEL et al., 2013). Kanza e colaboradores (2017), mostraram que os pesquisadores variam seus padrões de trabalho e anotações e têm necessidades contrastantes quando se trata de compartilhar registros com outros pesquisadores. Portanto, uma abordagem "tamanho único" para o *design* da ferramenta não seria eficaz. As ferramentas precisam fornecer flexibilidade e personalização consideráveis para acomodar diferentes necessidades.

Além disso, com base em uma pesquisa de mercado, apesar da quantidade de ELN comerciais, há uma minoria disponível em plataformas independentes de código aberto, que os pesquisadores podem usar em qualquer dispositivo, sugerindo uma lacuna que poderia ser preenchida com esse tipo de ELN. Dessa maneira, pode ser necessário encontrar um equilíbrio entre tornar um ELN utilizável em várias disciplinas, e fornecer conhecimento específico e suficiente de cada domínio (KANZA et al., 2017).

A preferência por determinado ELN também depende de um aspecto pessoal, com fatores de influência adicionais que variam de cada pessoa, mas também da natureza da pesquisa (KLOECKNER et al., 2013; KWOK, 2018; DOWNIE, 2019). Ferramentas como troca de informações no sistema podem gerar uma desconfiança dos pesquisadores em compartilhar dados, o que é explicado pela natureza altamente competitiva da pesquisa biomédica (KLOECKNER et al., 2013). Adicionalmente então, é importante que os pesquisadores estejam cientes das políticas de privacidade e garantam que os dados da pesquisa estejam seguros e não possam ser lidos por terceiros ao usar qualquer software (KANZA et al., 2017).

4.3.3. Potencialidades dos Cadernos Eletrônicos de Laboratórios

Os Cadernos Eletrônicos de Laboratório são ferramentas potencialmente interessantes para facilitar a preservação dos dados de pesquisa gerados nas instituições acadêmicas (ROCHA; SALES; SAYÃO, 2017). As vantagens com a adoção do registro digital proporcionado pelos ELN, trazidas à tona pela busca na literatura, vão desde os sistemas básicos, como processadores de texto simples, até os mais complexos, como os softwares comerciais compatíveis com requisitos regulatórios rigorosos da indústria (DIRNAGL; PRZESDZING, 2016).

Os pesquisadores que adotam um ELN entendem que a documentação de processos é uma etapa crítica na ciência. De acordo com MACHINA e WILD (2013), a padronização e rapidez na documentação com a implementação de um ELN, proporcionam aumento da produtividade nos projetos, com uma estratégia de qualidade e redução de custos de conformidade. A comprovação da menor carga de trabalho oportuniza que os ELN possam ter alta aceitação na comunidade científica (KLOECKNER et al., 2013). Machina e Wild (2013) chegam a afirmar que o tempo de documentação é reduzido pela metade com o ELN. Esse incremento produtivo de eficiência também é alegado por Shoup e colaboradores (2013), obtido, inclusive, pela facilidade de revisão e disseminação dos dados no laboratório ou na instituição.

No trabalho de Kloeckner e colaboradores (2013), mesmo aqueles pesquisadores que preferem o caderno de laboratório em papel, concordam que os ELN têm uma vantagem no campo de troca de informações, favorecendo a cooperação. Isso ilustra os potenciais da documentação eletrônica. Pode-se supor que, particularmente nas ciências aplicadas, caracterizadas por alto nível de cooperação, a transferência entre parceiros no ambiente acadêmico e industrial se beneficiaria de uma documentação eletrônica. A documentação pode acelerar o processo de inovação dessa maneira (KLOECKNER et al., 2013).

Segundo Lass (2012), melhorar a colaboração é um dos principais motivos para implantar um ELN, desenvolvido para superar dois dos maiores obstáculos identificados para a colaboração: localização física e pesquisa de dados. O autor ainda enfatiza que encontrar informações, quando em papel, sobre o que os colegas estão fazendo significa, literalmente, encontrar os colegas e folhear seus cadernos. Com um ELN, os documentos podem ser visualizados por qualquer pessoa com acesso ao sistema, independentemente de sua localização física. Esse acesso remoto, além do mais, permite o monitoramento do progresso dos projetos, seja por todo o grupo ou por líderes de pesquisa (ROCHA; SALES; SAYÃO, 2017).

A eficiência e economia de tempo com os registros digitais admitem acelerar não só o registro na fonte, mas adicionalmente, o processo de elaboração de relatórios, manuscritos e apresentações (LASS, 2012 ; ROCHA; MACHINA; WILD, 2013; SALES; SAYÃO, 2017). Recursos simples de busca no ELN podem permitir a formatação e edição de relatórios finais com bastante rapidez (LASS, 2012).

Em síntese, é provável que o ELN facilite a gestão dos dados de pesquisa, em virtude de organizar e estruturar as informações registradas em documentos pesquisáveis, facilitando a busca baseada em pessoas e projetos (NUSSBECK et al., 2014). Os benefícios da gestão de dados podem ser percebidos (1) no plano econômico, com a reutilização de dados de difícil reprodução, o que pode tornar as pesquisas menos caras; e (2) no plano acadêmico, com a

possibilidade de divulgação dos dados brutos em conjunto com as pesquisas já publicadas, facilitando a verificação da consistência do estudo (SAYÃO, SALES, 2012).

O ELN pode beneficiar a comunidade científica como um todo, catalisando o desenvolvimento e o uso de esquemas de metadados e análise de dados. A digitalização na fonte, ou seja, logo no experimento, pode ajudar muito na reprodutibilidade, na qualidade dos dados, no armazenamento a longo prazo e no impacto dos dados da pesquisa (NUSSBECK et al., 2014). A capacidade de um registro eletrônico de encontrar documentos com base em consultas de dados, de minerar e combinar esses dados, transformando-os em informações, reforça a facilidade com que eles podem ser acessados (LASS, 2012). O uso de um ELN é uma forma para tornar os metadados explícitos e registrá-los da maneira mais detalhada e padronizada possível. Na prática, isso significa que os modelos e formulários projetados pelos grupos de pesquisa, à medida que personalizam o ELN devem permitir, incentivar e, quando apropriado, impor a gravação de metadados. Uma vez que existam esquemas de metadados úteis para procedimentos padrão, é previsível que alguns deles se espalhem na comunidade científica, porque seu uso beneficiará pesquisadores (por exemplo, ao publicar seus dados), laboratórios de pesquisa (ao treinar novos membros do laboratório), grupos de pesquisa colaboradores (ao compartilhar ou comparar dados) e campos de pesquisa completos (por exemplo, ao se referir à literatura ou bancos de dados) (NUSSBECK et al., 2014).

Acrescenta-se como um ganho de um ambiente eletrônico, a possibilidade de suportar integração entre diferentes sistemas. Os ELN podem facilitar as pesquisas pela viabilidade de conectividade com equipamentos laboratoriais e integração com outros sistemas, como os Sistemas de Gerenciamento de Informações Laboratoriais (LIMS) e Sistemas de Gerenciamento de Dados Científicos (SDMS). (LASS, 2012; MACHINA; WILD, 2013; DIRNAGL; PRZES-DZING, 2016).

Trazem também os ELN, um aprimoramento no controle da conformidade, quando eles permitem a reconstrução detalhada de experimentos individuais (DIRNAGL; PRZES-DZING, 2016), prezando pela rastreabilidade dos ensaios. O ELN oportuniza o referenciamento, que cria um elo instantâneo entre os experimentos e fornece aos pesquisadores um vínculo persistente entre experimentos cientificamente relacionados. A referência cria rastreabilidade entre, por exemplo, aqueles que preparam reagentes e aqueles que os utilizam, ou aqueles que solicitam os testes e quem os executa. Isto não apenas simplifica a colaboração, mas pode ajudar a atenuar os erros. Por exemplo, se os cientistas perceberem um erro na preparação da amostra, eles podem notificar rapidamente aqueles que fizeram referência ao experimento (LASS, 2012).

Complementando a conformidade, os autores Rocha, Sales e Sayão (2017) destacam o fato do ELN permitir controle de versão, uma vez que a entrada dos dados em um Caderno Eletrônico de Laboratório pode ter sua data e horário automaticamente registrados, as alterações são documentadas e as versões podem ser controladas.

Machina e Wild (2013) e Lass (2012) ressaltam ainda o Retorno do Investimento (ROI) que os ELN seriam capazes de proporcionar. Segundo os autores, a integração do ELN com outros sistemas eletrônicos no laboratório multiplica a eficácia e o retorno do investimento em função da implantação do ELN. A eliminação de boa parte do trabalho manual pode resultar em economia substancial.

Além das potencialidades anteriores destacadas, a segurança na documentação eletrônica não poderia ser deixada de lado. Os ELN podem oferecer acesso seguro e abrangente aos dados sem arriscar a perda dos mesmos (BEATO et al., 2011). A segurança dos ELN pode ser garantida em termos de (i) prevenção de fraudes científicas e proteção da propriedade intelectual, quando todos os registros são armazenadas no banco de dados e uma documentação detalhada descreve como usar o ELN, evitando desvios de protocolo; (ii) longevidade: o formato html dos dados brutos, combinado com backups diários apropriados, torna-os duradouros e impedidos de danificar ou deteriorar-se; (iii) proteção contra acesso externo: com servidor e rede protegidos, os acessos e tentativas de acesso são registrados (VOEGELE et al., 2013).

4.3.4. Requisitos mais desejados para um ELN e experiências relatadas

Uma das atividades do grupo de trabalho de Gerenciamento de Dados da Harvard Medical School (*HMS Data Management Working Group*) é coletar informações sobre as ferramentas ELN disponíveis no mercado e apoiar a seleção destas ferramentas aos pesquisadores. O subgrupo, cuja temática exclusiva são os Electronic Laboratory Notebooks lista uma matriz de comparação com detalhes de mais de 50 parâmetros para ELN comerciais (KWOK, 2018).

A Matriz do Electronic Lab Notebook foi criada para ajudar os pesquisadores de Harvard da *Longwood Medical and Academic Area* (LMA) no processo de identificação de ferramentas práticas do ELN para atender as suas necessidades específicas de pesquisa. Usando a Matriz ELN, os pesquisadores podem comparar e contrastar as inúmeras ferramentas disponíveis hoje e explorar opções individuais em profundidade (HARVARD UNIVERSITY, 2020). Criada inicialmente para os pesquisadores de Harvard, esta Matriz de comparação de ELN foi reconhecida em todo o mundo no Twitter, Wikipedia e, recentemente, na *Nature*, tornando-se uma ferramenta educacional e um mapa de apoio à escolha para bibliotecários e pesquisadores (GROUP, 2021).

Dividida em parâmetros, a matriz desmembra cada categoria para os pesquisadores. São descritos parâmetros de “interatividade”, como interface, funções de pesquisa; “adaptabilidade aos fluxos de trabalho”, apresentadas como níveis e permissões de contas, compartilhamento interno de dados, compatibilidade com diferentes sistemas operacionais; “suporte de tecnologia da informação”, ou seja, números de usuários, treinamento, migração de dados, opções de recuperação; “suporte para documentação do pesquisador”, como criação de metadados e hiperlinks; “segurança”; “hospedagem”, se em servidor local, em nuvem ou híbrido; “armazenamento”, como versionamento, criação de identificadores persistentes, capacidade.

Além dos parâmetros citados, o grupo apresenta outras categorias opcionais identificadas nos ELN comerciais, como “esforços de Ciência Aberta/ Dados Abertos”, que são entendidos pelo grupo como cadernos de código aberto (OpenSource); integração com repositórios de dados; suporte a geração de informações para periódicos de acesso aberto; suporte à coautoria e publicação na Web para que outras pessoas visualizem / editem.

Atualizada até 2021, o LMA de Harvard tomou a decisão de não mais atualizar a matriz de ELN, sendo a última versão datada de 19 de abril de 2021. Esta última versão, traduzida para o português, é apresentada no Apêndice 1.

Outros grupos dedicam esforços para o desenvolvimento de ELN. Para criar o Caderno Eletrônico de Laboratório da Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC), Voegele e colaboradores (2013) basearam-se na integração de recursos com funcionalidades para navegação fácil e intuitiva e busca de informações. As especificações definidas foram (i) gravar dados experimentais de uma forma flexível, através de uma plataforma comum, adequada para as diversas atividades do instituto de pesquisa, mantendo as práticas científicas rigorosas necessárias para o dia-a-dia, dentro de um ambiente altamente seguro; (ii) melhorar a eficiência do laboratório e a produtividade no trabalho, facilitando protocolo e compartilhamento de dados, a manutenção de registros, particularmente em termos de limitar a tarefas repetitivas; (iii) proporcionar um meio eficiente para pesquisar material arquivado; (iv) ser livre, de código aberto e baseado na web, sem necessidade de instalação de software; e, (v) permitir o armazenamento seguro e de longo prazo em formato eletrônico básico (texto). Após a implantação do caderno eletrônico da IARC, seis meses de testes e validação foram feitos com usuários. O caderno foi então amplamente adotado por toda a Agência, demonstrando ter, em relação ao papel, documentação de maior qualidade, ganho de tempo para gravação e recuperação de dados, bem como melhor segurança. Os autores acreditam que o caderno também fortaleça colaborações e intercâmbios entre pesquisadores dentro da Agência. A última afirmação sobre o Caderno Eletrônico da IARC é que ele exige poucos recursos e é escalável, independentemente do tamanho da instituição ou laboratório (VOEGELE et al., 2013).

Kanza e colaboradores (2017) sistematizaram, em 11 categorias, as prioridades dos usuários do ELN iLabber. Na categoria “Busca”, a habilidade de pesquisa e reuso da informação documentada foi destacada por 90% dos participantes, seguido por “Armazenamento e backup”, considerando backup seguro e automático de dados. Ensejam as preferências de 80% dos usuários, a “Organização de Notas”, que define indexação, padronizações, ontologias e “Acessibilidade”, permitindo conectar ao ELN de diversos locais (KANZA et al., 2017). Um resumo dos dados dessa avaliação é apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Recursos desejados de ELN suscitados por usuários do Projeto iLabber

Categoria	Prioridades
Busca	90,6% - Capacidade aprimorada de pesquisar e reutilizar informações documentadas
Arquivamento e backup	87,8% - Backup automático seguro de dados
Organização de notas	80,2% - Qualidade aprimorada da manutenção de registros (padronização)
Uso da tecnologia no laboratório (acessibilidade)	79,3% - Acesso ao notebook/ computador de diversos locais
Vinculação de dados	73,6% - Melhorar o acesso aos dados como dados vinculados pelo ELN
Atividades do projeto	64,1% - Melhor gerenciamento de grupo
Colaboração	63,2% - Melhor capacidade de colaborar e compartilhar informações
Executar cálculos e funcionalidade científica	60,4% - A inclusão fácil de dados de segurança
Gravação de notas	55,6% - Economizar tempo ao longo do processo do caderno de papel
Propriedade intelectual	37,8% - Melhor proteção de Propriedade intelectual
Confecção de relatórios	Restrição de funcionalidade de integração do iLabber

Fonte: Adaptado de KANZA et al., 2017

Já Badiola e colaboradores (2015) utilizaram o ELN LabTrove, um caderno eletrônico projetado para ser centrado no pesquisador e utilizado por um conjunto heterogêneo de laboratórios acadêmicos. Nessa experiência, diversos grupos de pesquisa, de instituições diferentes, usaram o ELN LabTrove para registrar experimentos, preservar os dados coletados e para coordenar o projeto. Alguns dos grupos e serviços que foram analisados foram (1) um projeto de raios-X ultra-rápido, de Pesquisadores de Física, Centro de Optoeletrônica, Química e Biologia da Universidade de Southampton; (2) Serviço Nacional de Cristalografia do Reino

Unido; (3) Serviço Nacional de Dados da Austrália; (4) um projeto de Ensino de graduação em laboratório de químico de química, que acabou adotando característica colaborativa e aplicada para estudantes de graduação da Universidade Curtin (Austrália Ocidental), Universidade de Sydney, Universidade de Southampton e Universidade Chiang Mai (Tailândia). O objetivo do trabalho não foi comparativo ou quantitativo, mas perceber e descrever as experiências de cada um dos grupos.

De acordo os relatos dos diversos usuários e a percepção dos autores, um ELN de código aberto baseado na Web, como o LabTrove, pode atender necessidades diversas dos pesquisadores acadêmicos, funciona bem para projetos individuais e especialmente os colaborativos, e incentiva as melhores práticas de gerenciamento de dados. O LabTrove também pode ser utilizado em projetos de cadernos abertos de laboratório, como fez o grupo do Dr. Mat Todd, da Universidade de Sydney, no compartilhamento de dados do Open Source Malaria, projeto que envolve pesquisadores em todo o mundo (Badiola et al, 2015).

Diferentemente da opção de desenvolver ou usar uma ferramenta determinada, Guerrero e colaboradores (2016) realizaram uma pesquisa comparando as características técnicas de seis cadernos eletrônicos de laboratório comerciais, e testaram dois destes ELN - o Microsoft OneNote e o PerkinElmer Elements - documentando o estudo. Os seis ELN comerciais foram comparados usando 42 parâmetros, englobados em 5 categorias – (i) facilidade de busca, (ii) flexibilidade, (iii) colaboração, (iv) recursos externos e (v) segurança e legalidade. Essas categorias foram usadas como subsídio à avaliação para definir recursos essenciais que podem ser usados para melhorar a implementação ou desenvolvimento de software para ELN. A escolha dos ELN usou como base a literatura e a experiência anterior de outros institutos de pesquisa biomédica. Já a escolha das categorias e parâmetros foram levantadas com base nas recomendações e conclusões dos estudos de Machina & Wild (2013) e Walsh & Cho (2013).

Entre os seis ELN avaliados tecnicamente, o OneNote apresentou quase todos os parâmetros avaliados (39/42) e os grupos pesquisados preferiram o OneNote como uma solução ELN. Além disso, 80% dos cientistas pesquisados relataram que os dispositivos do tipo *tablet* melhoraram o uso de ELN. Dentre os participantes que testaram os ELN, 88% deles concordaram que os ELN poderiam substituir efetivamente os cadernos em papel e melhorar o registro e o compartilhamento de dados. Um resultado não esperado do estudo foi a preferência entre todos os pesquisados sobre o OneNote como uma solução ELN a ser implementada no instituto de pesquisa biomédica. O Elements foi projetado como um ELN científico e o OneNote como um programa geral de anotações. Para entender essa preferência do OneNote, que é um programa geral de anotações, ao Elements, um caderno eletrônico científico, os autores

analisaram os dados gerados durante o período de teste e descobriram que os pesquisadores realizam ensaios não padronizados com poucos detalhes experimentais. Isso sugere o motivo de uma solução mais flexível, como o OneNote.

Poucos anos depois, em 2019, Guerrero e colaboradores forneceram um guia para adaptar o OneNote a um fluxo de trabalho para ELN, já que o OneNote, apesar de ter sido preferido nos estudos do grupo em 2016, não foi projetado para fins científicos. O estudo mostra que, embora o uso do OneNote possa levar a variações significativas na adoção e na qualidade do ELN, ela permite aos usuários estabelecer seu próprio design do caderno eletrônico, sendo uma opção, precedida de supervisão e treinamento adequados do uso.

O valor dos ELN é percebido por pesquisadores principais e gerentes de laboratório, de acordo com Tachibana (2014). A maioria dos laboratórios começa com a organização para todos os fins e compartilhando software como Evernote ou SharePoint, e percebem que precisam de mais capacidade de armazenamento ou proteção de propriedade intelectual. Os ELN fornecem acesso global 24 horas por dia, 7 dias por semana, e a maioria dos ELN comerciais estão em conformidade com os requisitos regulamentares para registros eletrônicos, por exemplo, o CFR21 parte 11 do FDA e os regulamentos da União Europeia para o mercado europeu (TACHIBANA, 2014).

Já os estudos de Dirnagl e Przesdzing (2016) pesquisaram a disposição de estudantes, técnicos e pesquisadores de uma instituição de pesquisa acadêmica, a Universidade Charité, em Berlim, na mudança de um caderno de laboratório em papel por um eletrônico, além de avaliar a preferência destes por tipo de caderno eletrônico. A mudança constou como uma etapa da implementação de um sistema de gestão da qualidade com certificação na norma ISO 9001.

As predileções por um ELN com interface intuitiva e fácil de usar, com melhor integração de conteúdo digital, que permita o uso de modelos e seja capaz de estruturar as anotações foram evidenciadas pelos autores. Os recursos considerados menos relevantes foram desenhos à mão livre e capacidade de usar dispositivos móveis. Entre aqueles que já usam o caderno digital, comprovou-se uma alta taxa de satisfação, mas estes usuários não recomendaram realizar a troca do papel para eletrônico. Sugeriram que o ELN fosse oferecido como uma oportunidade aos interessados, de modo a ampliar a implementação com a adesão pouco a pouco de demais membros do grupo, citando que, mesmo os mais descrentes do Caderno Eletrônico viram grandes apoiadores após um curto período de aprendizado (DIRNAGL; PRZESDZING, 2016).

As pesquisas de Sydor e Kim (2017) sugerem que o sucesso de um ELN começa com o *design*, aplicando o modelo de desenvolvimento do ciclo de vida de dados para a implementação de um sistema eletrônico. Eles afirmam que o *design* é essencial para garantir que o sistema possa suportar os processos internos do laboratório de maneira eficiente e, adicionalmente, garantir a integridade dos dados para cumprir com regulamentos.

Complementar aos estudos de Sydor e Kim, Lass (2012) assegura que compreender como os dados serão usados orientará o *design* do modelo e, finalmente, como os dados serão registrados e indexados no banco de dados. Em relação aos processos, é essencial que os modelos de fluxo de trabalho dentro do sistema sejam intuitivos de usar e permitam a adesão aos procedimentos de laboratório existentes. Com respeito à integridade dos dados, as especificações funcionais de requisitos precisam ter claramente definidos elementos como (1) regras e medidas de segurança; (2) assinaturas eletrônicas; (3) prevenção de erros; (4) trilha de auditoria; (5) controle de versão e (6) arquivamento (SYDOR; KIM, 2017).

Kwok (2018) certifica que a adoção de um ELN deve considerar: (i) o cálculo de custos; (ii) a compreensão das questões legais, por exemplo, o armazenamento em nuvem, que pode ser uma restrição para alguns financiadores ou assinatura eletrônica; (iii) a avaliação da estabilidade da empresa criadora do ELN; (iv) o acesso por dispositivos móveis; (v) o teste de uso antes da aquisição; (vi) o teste com plataformas genéricas e, por fim, (vii) o comprometimento para mudar.

Kloeckner e colaboradores (2013) resolveram se antecipar à aplicação do Caderno Eletrônico e mostraram, em uma pesquisa com uma amostra de 101 cientistas, que a aceitação de um ELN em um ambiente acadêmico pode ser calculada por meio de um modelo matemático e, portanto, é previsível antes da implementação.

De acordo com diversos autores (RUDOLPHI; GOOSSEN, 2012; KLOECKNER et al., 2013; RILEY; HATTAWAY; FELSE, 2017), em que pese na revisão da literatura, até hoje, a comunidade acadêmica demora para avançar no uso dos cadernos de laboratório eletrônicos. Algumas afirmações podem estar ligadas às limitações inseridas em opções comerciais de softwares ELN, especialmente em versões gratuitas, que muitas vezes vem com limites sobre o número de usuários, armazenamento de dados ou tamanho de arquivos. Se a empresa dobra ou aumenta os seus preços, os pesquisadores podem se deparar apenas com uma exportação em PDF de seus dados, incapaz de transferir para um produto concorrente (KWOK, 2018). Então, para uma solução de longo prazo, deve-se evitar dependências de fornecedores comerciais de software e de plataformas tecnológicas de desatualização rápida. (RUDOLPHI; GOOSSEN, 2012).

Downie (2019) acredita que o caminho não é procurar um produto perfeito e que nunca haverá algo assim. Ele afirma que as tentativas devem ser apoiadas na criação um produto que satisfaça perfeitamente todos os requisitos e os benefícios mais básicos de um Caderno Eletrônico de Laboratório, de modo que seja independente da disciplina e, no entanto, que esta ferramenta seja construída de uma maneira que interfaces, recursos e ferramentas opcionais possam ser agregadas para satisfazer indivíduos e grupos com requisitos especializados. O autor ainda conclui que isso permitiria que os pesquisadores experimentassem outros recursos, propiciando a troca dos cadernos de papel para uma plataforma de documentação eletrônica com facilidade e confiança, para criar fluxos de trabalho sob medida que atendam perfeitamente às suas necessidades, sem ter que se desvencilhar da infraestrutura subjacente.

Para lá, a implementação de um caderno eletrônico também pode alcançar sucesso por minimizar as despesas e melhorar a produtividade. As organizações podem fazer um estudo de caso para um ELN procurando configurações simplificadas, suporte para documentos críticos e fluxos de trabalho científicos, computação em nuvem, opções de terceirização econômicas, integração ou eliminação de sistemas existentes e estratégias para atingir um valor menor de custos de propriedade (LASS, 2012).

5. FIOCRUZ

A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) é a maior instituição de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) em saúde da América Latina e uma das maiores do mundo (FIOCRUZ, 2018). Como uma instituição pública que é, apresenta um importante papel na formulação de políticas e ações de saúde pública, com uma certa autonomia que provêm tanto da arrecadação de recursos por sua produção, como por sua reconhecida excelência científica (BUSS; GADELHA, 2002).

A base primordial do trabalho da Fiocruz é a pesquisa em saúde, que integra os conhecimentos propiciados pela pesquisa biomédica e biológica, com a pesquisa clínica, bem como soluções, com a pesquisa em saúde pública. Da pesquisa em saúde que se origina a capacidade institucional de apoio ao Sistema Único de Saúde (SUS) (BUSS; GADELHA, 2002).

Transformações no campo da ciência e tecnologia, em especial nas áreas de biologia molecular e biotecnologia, exigem um esforço a longo prazo para manter a capacidade da Fiocruz de dar respostas estratégicas e de forma competitiva nacional e internacionalmente (BUSS; GADELHA, 2002).

Em contraponto aos avanços tecnológicos incorporados nas cadeias de pesquisa, em todas as unidades da Fiocruz, os projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, ainda mantem a orientação de reter os relatos operacionais, experimentos, resultados e os conjuntos de dados oriundos das atividades de pesquisa em um livro de registro encadernado, de capa dura, com as folhas numeradas, marca d'água da Fiocruz em todas as páginas, conhecido como Livro Verde. Esse livro em papel abriga a responsabilidade de manter a rastreabilidade das pesquisas e proteger as informações nele contidas, desde a identificação das amostras até a conclusão final de um ensaio (Fiocruz, 2007).

Esse modo de registro e de retenção das informações científicas ainda segue em vigor na Fiocruz, enquanto as pesquisas evoluem rapidamente em aquisição de dados eletrônicos, estudos multidisciplinares, e, com alguma frequência temos o aumento de projetos envolvendo *Big Data*, aplicativos Web, Internet das Coisas, Inteligência artificial, notados em editais internos e resultados do Programa INOVA Fiocruz.

Apesar da forma manual de registro científico, existem ações sendo realizadas na Fiocruz, visando ampliar os debates frente a importância dos dados científicos, que versam sobre como planejar, documentar, gerenciar e abrir os dados.

A Fiocruz já avançou em maneiras de dar acesso à pesquisa. Em 2011 foi lançado seu Repositório Institucional Arca. Em 2014 foi aprovada sua Política de Acesso Aberto ao Conhecimento, principalmente para favorecer o acesso público e gratuito ao conhecimento que

produz. Tanto o Repositório Arca quanto a sua Política reafirmam o compromisso da Fiocruz com a democratização do conhecimento e do acesso à informação científica. A partir de 2017, conduz a pesquisa “Ciência Aberta: o quê, para quem, como e por quê? Recomendações estratégicas para a Política de Dados Abertos da Fiocruz”, desenvolvida pelo GTCA da Fiocruz (SANTOS, 2017).

Se a Ciência Aberta vem exigindo a transformação dos modos de produzir e comunicar conhecimento científico, ela também demanda atualização constante por meio de novas pesquisas e debates continuados sobre a sua adequação. A Fiocruz vem trabalhando para definir modelos de discutir criticamente a implantação da Ciência Aberta, tendo criado o Fórum de Ciência Aberta, por meio da Portaria da Presidência da Fiocruz nº 157, em maio/2021, sendo essa uma instância oficial de discussão institucional.

Em um estudo conduzido pelo Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT), foi apresentada uma proposta de modelo de Plano de Gestão de Dados (PGD), alinhada aos princípios FAIR, para a Fiocruz. O objetivo de adaptar um guia europeu para pesquisadores da instituição, vai de encontro ao fortalecimento do novo paradigma das práticas de gestão de dados contidas no âmbito da Ciência Aberta mundial (VEIGA et al., 2019).

Já no ano de 2020, foi publicada pela Fiocruz a Política de gestão, compartilhamento e abertura de dados para pesquisa que orienta como um dos princípios que a gestão de dados para a pesquisa é uma atividade estratégica que favorece a integridade, a qualidade, a reprodutibilidade da pesquisa, a memória institucional e o reuso de dados (FIOCRUZ, 2020). Diversas diretrizes reforçam esse estudo, e entre as principais podemos destacar a seguir.

“D2.1 - Prover estratégias, recursos e infraestrutura para gestão dos dados utilizados nas pesquisas, durante todo seu ciclo de vida, visando a garantia da integridade, confiabilidade, segurança, preservação e qualidade dos dados, para fins de transparência científica, reprodutibilidade dos resultados e reuso em novas pesquisas.

D2.3 – Estimular a gestão de dados como uma das Boas Práticas de Pesquisa Científica em âmbito institucional, especialmente em articulação com as ações do Sistema de Gestão da Qualidade Fiocruz.

D2.5 - Aplicar o Plano de Gestão de Dados Fiocruz (PGD) como ferramenta estratégica da atividade de pesquisa na instituição. As áreas de pesquisa poderão adaptar este instrumento às suas especificidades ou demandas de agências de fomento.

D2.6 - Implantar o Repositório Institucional de Dados para Pesquisa articulado às iniciativas nacionais sempre que possível. “(p.14)

Estas questões corroboram com a realização de trabalhos como a proposta deste estudo, identificando caminhos institucionais que contribuam com a prática científica colaborativa, que preserve o rigor e a reprodutibilidade das pesquisas.

5.1. O PROGRAMA DE PESQUISA TRANSLACIONAL DA FIOCRUZ

No que tange os projetos de pesquisa, a Vice-presidência de Pesquisa e Coleções Biológicas (VPPCB) coordena várias áreas e programas, a saber: Pesquisa Clínica, Políticas Públicas e Modelos de Atenção (PMA), Rede de Plataformas Tecnológicas (RPT), Coleções Biológicas e Pesquisa Translacional.

Dentro das áreas da VPPCB, voltamos a atenção para o Programa de Pesquisa Translacional (PPT). Grupos de pesquisa translacionais surgiram nos Estados Unidos, na década de 1990, inicialmente em pesquisas com câncer. O objetivo, que incorporou o termo translação à ciência, é ‘promover pesquisa interdisciplinar e acelerar a troca bidirecional entre ciência básica e clínica, para mover os achados de pesquisa básica do laboratório para ambientes aplicados envolvendo pacientes e populações’ (CORREIA et al., 2020). De acordo com Collins (2011) *Apud* Cavalcanti (2019) a pesquisa translacional é representada pelas etapas clássicas do processo de desenvolvimento tecnológico (da bancada ao leito).

Na saúde, a pesquisa translacional é entendida como pesquisa científica que objetiva reduzir o distanciamento entre a produção do conhecimento nos laboratórios e a aplicação prática na medicina, nos serviços de saúde, por meio de intervenções inovadoras para a população. Esse é um grande desafio que a pesquisa translacional provoca no campo da saúde coletiva no Brasil, visto que as pesquisas básica e clínica em saúde nem sempre estiveram alinhadas com as novas e crescentes demandas do Sistema Único de Saúde (SUS), o que representa uma importante lacuna a ser respondida (CORREIA et al., 2020)

Luz (2018) aponta três aspectos da pesquisa translacional: 1) transmissão dos conhecimentos da bancada para a pesquisa clínica; 2) aprofundamento dos conhecimentos; 3) aplicação à população dos conhecimentos gerados. Sendo assim, reafirma o conceito de estreitar e acelerar o conhecimento gerando uma pesquisa que contribua para o progresso da ciência e para a melhoria da saúde populacional.

Na Fiocruz, o PPT foi criado pela Presidência, no âmbito da então Vice-Presidência de Pesquisa e Laboratórios de Referência, buscando promover um novo ambiente favorável à inovação na Fiocruz e promover a entrega de soluções à sociedade, principalmente sob forma de soluções para agravos importantes na Saúde Pública. O significado do termo pesquisa

translacional, no Programa de Pesquisa Translacional da agora VPPCB, foi definido como aquela que promove a integração multidirecional e multidisciplinar da pesquisa básica e aplicada, pesquisa orientada para a sociedade e para a promoção da saúde da população. O PPT foi criado em 2015 (CAVALCANTI, 2019).

Na Fiocruz, atualmente, são 12 programas em atividade que contam com a cooperação das diversas Unidades da Fiocruz, e de pesquisadores, tecnólogos, técnicos, médicos, alunos de pós-graduação e pesquisadores visitantes, das Plataformas Tecnológicas e das áreas de Gestão da Fiocruz (FIOCRUZ, 2019).

O PPT, por sua forma e conceito, é uma representação do modelo de indução da pesquisa, que, de acordo com o documento de referência para a plenária do VIII Congresso Interno da Fiocruz (2018), é um modelo que “tem a capacidade de definir prioridades e concentrar recursos em projetos com real potencial de desenvolvimento de produtos e serviços capazes de serem alocados à disposição da sociedade”.

Assim, ao identificar parceiros para o desenvolvimento em conjunto ou para a transferência dos potenciais produtos desenvolvidos pelos projetos do programa, o PPT está contribuindo para o cumprimento do papel da Fiocruz no Sistema Nacional de Inovação em Saúde, aproximando o universo acadêmico/pesquisa das necessidades do setor produtivo (FIOCRUZ, 2019).

Segundo Correia e colaboradores (2020) uma área que tem potencial de uso e expansão da pesquisa translacional é o Complexo Econômico Industrial da Saúde (CEIS), que prevê aliar economia política com a visão da saúde coletiva, sendo constituído de três componentes: base química e biotecnológica (fármacos e medicamentos, vacinas, hemoderivados e reagentes para diagnóstico); base mecânica, eletrônica e de materiais (equipamentos mecânicos, equipamentos eletroeletrônicos, próteses e órteses e materiais de consumo) e prestadores de serviços (hospitais, ambulatórios e serviços de diagnóstico e tratamento).

Então, considerando a cadeia de inovação no desenvolvimento de produtos, serviços, práticas e conceitos em saúde, podemos certificar que a pesquisa translacional é um processo que tem início na pesquisa básica, mas que permeia toda a cadeia de desenvolvimento (CORREIA et al., 2020). Dessa forma, o PPT é um importante indutor de projetos de pesquisa na Fiocruz para atender às demandas do SUS. O alinhamento desse programa de estímulo à pesquisa inovadora, seu caráter colaborativo de rede, sua natureza de iniciação na pesquisa biomédica básica e sua característica estratégica de aceleração no desenvolvimento de novas tecnologias através da organização da atividade de pesquisa, fazem com que o PPT se apresente como um bom universo para estudo da proposta de Cadernos Eletrônicos de Laboratório.

6. METODOLOGIA

6.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Levando em consideração a importância do registro científico e tendo-o como condição comum à prática experimental, entendemos como uma potencialidade o aprimoramento da estrutura que alicerça a documentação de dados.

Para cumprir o objetivo de melhorar a documentação, guarda e aproveitamento das informações e dados científicos, acreditamos que a infraestrutura tecnológica para dar prática à ação de registro pode ser encontrada em soluções como Cadernos Eletrônicos de Laboratório.

A incorporação de novas tecnologias nas rotinas de pesquisa pode contribuir para dar facilidade e solidez ao registro dos trabalhos laboratoriais, imprimindo maior credibilidade aos estudos e longevidade aos dados, melhorando o alinhamento às diretrizes dos Princípios de Dados FAIR, consolidados no ano de 2016.

A Fiocruz, como uma instituição pública de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde (CT&IS), apresenta um cenário acertado para este estudo, permitindo construir o conhecimento para a utilização de um Caderno Eletrônico de Laboratório apoiado nas necessidades das pesquisas aqui conduzidas.

Entretanto, a maior parte dos cadernos eletrônicos nasceram para atender o mercado privado, especialmente para imprimir segurança aos dados da indústria farmacêutica. É pertinente transpor o universo da indústria privada, trazendo o caderno eletrônico para o ambiente público de pesquisa, de maneira a reduzir a assimetria de inovações e disparidades. De forma que, prioritariamente os parâmetros que regem a concepção dos cadernos eletrônicos foram transcritos em ferramentas comerciais para a indústria, esses parâmetros de registro passam aqui a ser o objeto de estudo dessa dissertação, buscando uma nova maneira de documentar os dados da ciência voltados à saúde pública.

O entendimento dos requisitos essenciais para empregar os ELN nos laboratórios de pesquisa pressupõe uma revisão na literatura sobre os fatores que potencializam seu uso e as dificuldades percebidas para tornar essa tecnologia aderente no ambiente laboratorial. Nesse estudo, partimos da identificação das necessidades de registro de dados a partir do ponto de vista do usuário.

6.2. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Essa dissertação caracteriza-se como uma pesquisa quali-quantitativa. A utilização dos modelos em conjunto permite adotar vários métodos para análise do objeto de estudo, através da comparação dos dados obtidos por meio das abordagens quantitativas e qualitativas. Dessa forma, as abordagens quantitativas e qualitativas utilizadas em uma mesma pesquisa são adequadas para que a subjetividade seja minimizada e, ao mesmo tempo, aproximam o pesquisador do objeto estudado, proporcionando maior credibilidade aos dados (PASCHOARELLI; MEDOLA; BONFIM, 2015).

6.3. TÉCNICA DE COLETA DE DADOS

A produção dos objetivos deste trabalho foi construída a partir da questão principal de aprimorar o registro dos dados de pesquisa. Alicerçado por essa perspectiva, buscamos fundamentar as propostas do estudo na literatura, possibilitando uma visão dos caminhos já percorridos sobre a temática e os aspectos convergentes e divergentes sobre o uso de Cadernos Eletrônicos.

Realizamos um levantamento de teses e dissertações disponibilizadas no portal da CAPES e uma única tese foi encontrada com o tema, o que sugere uma escassez de trabalhos no âmbito nacional. Visitamos a literatura que embasou a análise bibliográfica também nas bases de dados científicas (Scielo, Arca, Pubmed, Lilacs), sem definir um recorte temporal, posto que a bibliografia dedicada é recente. Foi identificada a necessidade de levantar dados primários no campo de estudo, observando que existe uma lacuna sobre a proposição da pesquisa no universo das Instituições públicas de Ciência e Tecnologia, incluindo a Fundação Oswaldo Cruz.

Foi realizada ainda a pesquisa documental, procurando por informações em guias e manuais acerca dos temas relacionados à proposta de estudo, relatórios dos congressos internos da Fiocruz, relatórios das vice-presidências da Fiocruz, documentos institucionais dispostos na base de dados Arca, de forma a auxiliar, junto à pesquisa nas bases acadêmicas e científicas, na construção de uma base teórica conceitual para apoiar o desenvolvimento deste trabalho.

Com o intuito de alcançar o primeiro objetivo específico de identificar as condicionantes para adoção de um Caderno Eletrônico de Laboratório pela área de pesquisa biomédica da Fiocruz, a partir do Programa de Pesquisa Translacional da Fiocruz, apoiamo-nos em duas estratégias: a revisão da literatura, que permitiu construir o conhecimento sobre os parâmetros existentes de ELN e a coleta de dados, por meio das respostas de questionários. O primeiro

questionário foi conduzido por um grupo multidisciplinar sobre a adoção de ELN na instituição e disponibilizado para todas as unidades da Fiocruz. Obtivemos autorização do grupo formulador para uso e análise das respostas. O segundo questionário, este semiestruturado, foi elaborado para esse estudo, e que permitiu avaliar se os parâmetros para ELN são consistentes e coerentes com as necessidades prioritárias da pesquisa em laboratórios públicos como a Fiocruz. A construção do questionário foi alicerçada em toda a visita à literatura do tema. De acordo com Vieira (2009), questionários fornecem informações valiosas, cujas respostas também podem ser transformadas em estatísticas. O roteiro do questionário é apresentado no Apêndice 2.

Os dados gerados do questionário foram tabulados em arquivo de planilha Excel. Posteriormente foram utilizadas técnicas de estatística descritiva, nesse caso, sendo computadas as frequências de resposta dentro de cada classe de uma pergunta. As questões com variáveis numéricas, foram tabuladas gerando mediana e intervalo interquartil. Para comparar a frequência de resposta entre os grupos (usuários e não usuários de ELN), foi utilizado o teste de qui-quadrado. Os resultados foram visualizados em gráficos do tipo *likert chart*, gráficos do tipo pizza ou gráfico de barras padrão, quando adequado. Ainda, baseado no questionário, traçamos um perfil dos coordenadores do PPT em relação aos desejos e anseios para o uso de ELN.

Ainda em relação ao questionário e ao primeiro objetivo específico, de maneira qualitativa, as respostas objetivaram extrair a percepção dos atores respondentes sobre o objeto da pesquisa. Nessa etapa então, a percepção e as intenções de uso dos pesquisadores dos Programas de Pesquisa Translacionais sobre os cadernos eletrônicos de laboratório levantaram questões importantes sobre o registro dos dados de pesquisa e as principais necessidades para um ELN.

Para alcançar o segundo objetivo específico, de analisar as principais funcionalidades das ferramentas comercialmente disponíveis para Caderno Eletrônico de Laboratório frente às demandas de pesquisadores da área biomédica da Fiocruz inseridos no Programa de Pesquisa Translacional, utilizamos dados do questionário da consulta institucional realizada sobre o uso de cadernos eletrônicos de laboratório na Fiocruz e, como outro ponto de partida, a matriz de parâmetros do grupo de trabalho de Gerenciamento de Dados da Harvard Medical School (HMS Data Management Working Group). Essa matriz apresenta cerca de 50 parâmetros de 33 ELN comerciais ativos e é o documento disponível e sistematizado de maneira mais completa e recente encontrado na pesquisa bibliográfica e documental, com atualizações periódicas, sendo a última versão da matriz datada de Abril de 2021.

Para o cumprimento deste objetivo incluímos referências da matriz de Harvard e da literatura sobre o tema, de parâmetros ou recursos de ELN para serem classificados pelo corpo científico da Fiocruz, sujeitos participantes desta pesquisa. Ao final, visualizamos uma escala de atributos de cadernos eletrônicos de laboratório com as necessidades de pesquisa na instituição, representadas pelo Programa de Pesquisa Translacional.

O conjunto dos dois objetivos específicos nos trouxe os instrumentos para cumprir o objetivo geral, de propor parâmetros para a construção e/ou uso de soluções existentes de Caderno Eletrônico de Laboratório voltado aos laboratórios de pesquisa inseridos no Programa de Pesquisa Translacional da Fiocruz.

6.4. PARTICIPANTES

O universo da pesquisa foi composto pelo conjunto de coordenadores de projetos de pesquisa credenciados no Programa de Pesquisa Translacional da Fiocruz. Uma vez que o PPT integra pesquisadores das áreas biomédicas, de pesquisa clínica e de referência, de saúde coletiva, e de desenvolvimento e produção de insumos para a saúde (Fiocruz, 2020), o recorte escolhido representa um público que mostra a diversidade da pesquisa em saúde na Fiocruz, e que contribui com a cadeia de inovação com foco para o SUS, posto que o PPT tem por finalidade o desenvolvimento de ferramentas e respostas para o controle de agravos importantes no cenário epidemiológico do Brasil.

O PPT atualmente é formado por doze programas translacionais e dividido por eixos temáticos. O apêndice 3 apresenta a tabela com os doze programas e com os projetos de pesquisas e seus respectivos líderes que compõem cada um deles.

Para a adesão ao questionário, todos os pesquisadores com projetos cadastrados no PPT foram convidados a responder. No total, todos os 179 pesquisadores dos Programas de Pesquisa Translacionais da Fiocruz receberam convite por meio eletrônico para participação. Foi enviado um e-mail explicando os objetivos da pesquisa e a forma de participação. Junto à mensagem eletrônica, foi enviado link para acesso e preenchimento ao questionário, com concordância por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes do preenchimento.

6.5. TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS

As análises foram efetuadas com embasamento no referencial teórico que alicerçou essa pesquisa, associadas aos questionários semiestruturados e outras fontes de dados institucionais, que permitiram construir as percepções sobre o tema de estudo. Métodos quantitativos de estatística descritiva foram utilizados na análise, usando então uma abordagem quali-quantitativa, ou triangulação metodológica, que, segundo DECROP, 2004 significa olhar para o mesmo fenômeno, ou questão de pesquisa, a partir de mais de uma fonte de dados e limitar os vieses pessoais e metodológicos, percebendo informações advindas de diferentes ângulos que podem ser usadas para corroborar, elaborar ou iluminar o problema de pesquisa.

6.6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este projeto de pesquisa foi realizado respeitando os princípios estabelecidos na resolução nº 466/12 e da resolução nº 510/16, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), no que se refere às diretrizes e normas de pesquisas envolvendo seres humanos. O projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola Nacional de Saúde Pública, para avaliação dos aspectos éticos da pesquisa, o cumprimento das legislações pertinentes e a garantia do respeito e bem-estar dos envolvidos.

Considerando o cenário de pandemia mundial - COVID-19, todo o processo ocorreu de maneira virtual. Os participantes receberam um e-mail com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) em anexo, assinado pela pesquisadora, um breve texto de apresentação da pesquisa e o link para acesso ao questionário online. Desta forma, o aceite do termo de consentimento foi considerado quando o participante enviou o questionário online preenchido ao pesquisador responsável pela pesquisa.

Nesta pesquisa, os dados coletados foram utilizados somente para os objetivos da mesma, sem identificação do respondente, respeitando a confidencialidade e a privacidade dos envolvidos, que não terão seus nomes divulgados. Qualquer dado que possa identificar o participante será omitido nessa dissertação e em outras formas de divulgação dos resultados da pesquisa, e as informações coletadas serão armazenadas em arquivos digitais, em local seguro.

7. RESULTADOS

A presente pesquisa pretendeu contribuir com o direcionamento das melhores aplicações de Cadernos Eletrônicos de Laboratório para apoiar o registro dos dados na pesquisa biomédica. Buscamos também como retorno da pesquisa, apresentar uma leitura sobre os procedimentos dos pesquisadores no registro dos dados de pesquisa, de modo a conhecer práticas, necessidades e lacunas que acontecem nesta atividade.

De forma complementar, buscamos identificar quais as funcionalidades necessárias em Cadernos Eletrônicos de Laboratório, que consigam suprir a heterogeneidade da atividade de pesquisa biomédica na Fiocruz, mostrando os parâmetros apontados pelos pesquisadores dos Programas de Pesquisa Translacionais da Fiocruz, de modo a nortear uma futura escolha de um ou mais softwares de ELN para uso institucional, ou ainda, que guie para o desenvolvimento de uma ferramenta própria que, ao mesmo tempo que atenda às necessidades dos usuários, seja adequada para apoiar as boas práticas de coleta de dados.

Por fim, esta proposta tem a perspectiva de oferecer uma contribuição para a Fiocruz demonstrando, por meio do Programa de Pesquisa Translacional, como parte do gerenciamento dos dados é realizada, e quais são os critérios de Cadernos Eletrônicos de Laboratório que precisam ser privilegiados para que os pesquisadores da Fiocruz façam a transição para o ambiente de dados digital, especialmente no movimento da ciência contemporânea, que incentiva o compartilhamento e reuso das informações.

7.1. RESULTADOS DA CONSULTA INSTITUCIONAL SOBRE CADERNOS ELETRÔNICOS DE LABORATÓRIO NA FIOCRUZ

No primeiro semestre do ano de 2021, as Vice-Presidências de Educação, Informação e Comunicação (VPEIC), de Pesquisa e Coleções Biológicas (VPPCB), a Coordenação da Qualidade da Fiocruz (CQuali) e a Casa de Oswaldo Cruz (COC) realizaram, na Fiocruz, um levantamento sobre registros de pesquisas em cadernos de laboratórios, com o objetivo de compreender os tipos de cadernos de laboratório utilizados por seus pesquisadores e avaliar critérios de seleção de cadernos eletrônicos de laboratório visando uma futura recomendação para uso na instituição.

O levantamento foi amplamente divulgado na instituição, por meio de mensagens eletrônicas pela Coordenação de Comunicação Social (CCS) a todos os colaboradores cadastrados na lista de e-mails @fiocruz. Para entendermos o alcance do público-alvo, fizemos uma

consulta no mês de setembro de 2021 para servidores ativos no Portal da Transparência. Nessa data, a Fiocruz contava com 898 pesquisadores, 54 especialistas e 1533 tecnologistas.

Com autorização de todos os responsáveis dos departamentos que coordenaram o levantamento, recebemos os dados da consulta institucional para apoiar a compreensão do uso de cadernos eletrônicos de laboratório na Fiocruz.

A consulta teve adesão de 221 colaboradores que atuam em laboratórios em todas as unidades da Fiocruz. O questionário foi composto de 5 perguntas.

- 1) Você utiliza caderno de laboratório na sua pesquisa científica?
- 2) Caso positivo, qual é (são) o(s) tipo(s) de caderno(s) utilizado(s)?
- 3) Caso use Caderno Eletrônico de Laboratório, qual(is) é(são) o(s) software(s) utilizado(s)?
- 4) Por favor, informe os critérios utilizados para adoção do citado Caderno Eletrônico de Laboratório pela sua unidade/laboratório.
- 5) Há quanto tempo você atua como pesquisador (em anos completos)? (Favor informar o número de anos completos de atuação como pesquisador, seja na Fiocruz ou em outra instituição. Por exemplo: caso atue há 10 anos e 7 meses como pesquisador, informe 10).

Do total de respondentes à consulta da Fiocruz, 15 deles disseram não utilizar cadernos de laboratório na sua pesquisa. Alguns justificaram o não uso do caderno convencional de laboratório como forma de organização dos dados científicos.

“Uso arquivos no computador, mas sem estarem organizados como Caderno Eletrônico”.

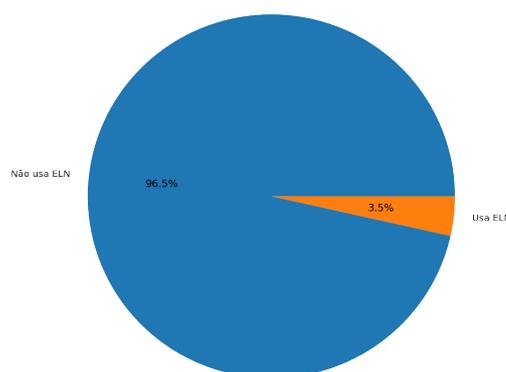
“Não utilizo os cadernos disponibilizados, pois o escopo e métodos das pesquisas que realizo não se adequam às exigências e formato dos cadernos. Percebo que os cadernos e as orientações para seu preenchimento estão alinhados ao desenvolvimento de pesquisas do campo das ciências biológicas, as quais requerem formas de registro muito diferentes das pesquisas que realizo, do campo das ciências sociais e das ciências humanas”.

“Utilizamos um sistema online baseado no firebase”.

Dos demais participantes que responderam SIM sobre a utilização de caderno de laboratório, 21 deles afirmaram que utilizam cadernos eletrônicos, o que representa uma parcela de 10% do grupo total pesquisado. Entretanto, na pergunta subsequente, foi solicitado aos

respondentes que afirmaram utilizar caderno eletrônico, informar qual era o software empregado. Apenas 8 pesquisadores listaram softwares que realmente são considerados cadernos eletrônicos de laboratório, sendo os ELN comerciais citados Benchling, eLabFTW e One-Note. Outras ferramentas e softwares destacados que mais apareceram na consulta não são considerados ELN, como RedCap, Excel, Google Docs. Portanto, podemos afirmar que somente 3,5% dos participantes realmente utilizam softwares que são cadernos eletrônicos de laboratório.

Gráfico 1 – Utilização de ELN na Fiocruz



Fonte: elaborado pela autora, com base em dados de Fiocruz 2021 (consulta institucional)

Um elemento importante na consulta institucional foram os critérios solicitados para adoção de caderno eletrônico. Para fazer uma avaliação, levamos em consideração todos os respondentes que afirmaram fazer uso de um software, mesmo que não seja um ELN. Assim para esse universo inicial de 21 pessoas, nós fizemos uma associação dos critérios informados com os recursos definidos na literatura e que foram elencados no questionário semiestruturado, na questão de nº 13 e apontamos os 5 critérios que os pesquisadores da Fiocruz consideram mais importantes. São eles: capacidade de compartilhamento de informações (compartilhamento), estruturação de notas (estruturação), arquivamento e backups seguros (segurança), integração de conteúdo digital (integração) e proteção de propriedade intelectual (PI). Esses recursos aparecem na nuvem de palavras a seguir, proporcionais ao número de vezes que foram citados.

Quadro 2: Nuvem de palavras



Fonte: elaborado pela autora, com base em dados de Fiocruz 2021 (consulta institucional)

7.2. RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO

Nesta sessão apresentamos os resultados do questionário semiestruturado, que abrangeu os pesquisadores que coordenam projetos nos Programas de Pesquisa Translacionais da Fiocruz.

Os resultados estão apresentados segundo o roteiro do questionário semiestruturado (Apêndice 2). No universo de 179 pesquisadores convidados a participar, 31 responderam à pesquisa.

Nas questões de 1 a 4, traçamos o perfil dos pesquisadores para responder questões que definem a prática e frequência no uso de computadores.

As questões 1 e 2 indagavam, respectivamente, sobre a idade e o qual PPT o pesquisador coordena. O maior número de respondentes, doze no total, concentrou-se no Programa de Pesquisa Translacional em Câncer (Fio-Câncer). Este também é o programa que abrange o maior número de pesquisadores. Não recebemos respostas em dois dos programas de Pesquisa Translacional, o Fio-Rocc (Redes ômicas e Computação científica em Saúde e Ambiente) e o Fio-Metabol (Doenças do Metabolismo).

Em relação a questão 3, sobre a utilização de computadores no trabalho, 100 % dos pesquisadores afirmaram que utilizam diariamente computadores.

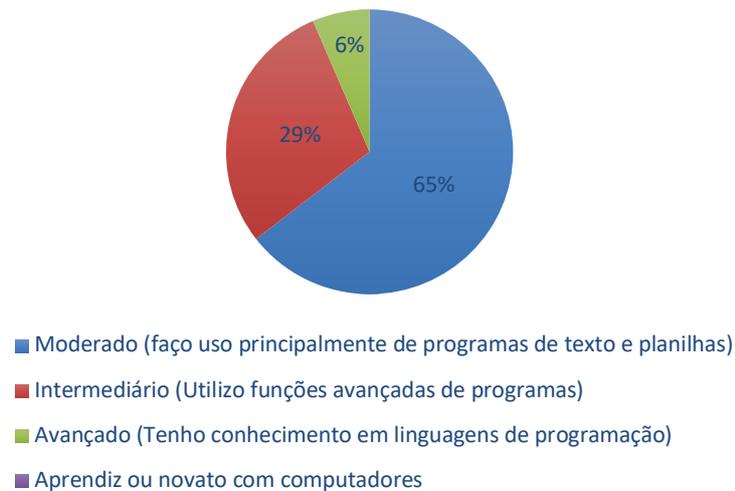
Gráfico 2 – Utilização de computadores no trabalho



Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Perguntamos ainda qual a habilidade em computação. Dentre os respondentes, não houve nenhum pesquisador que afirmou ser aprendiz ou novato com computadores, sendo que a maior parte considera que tem habilidade moderada, utilizando principalmente programas de texto e planilhas.

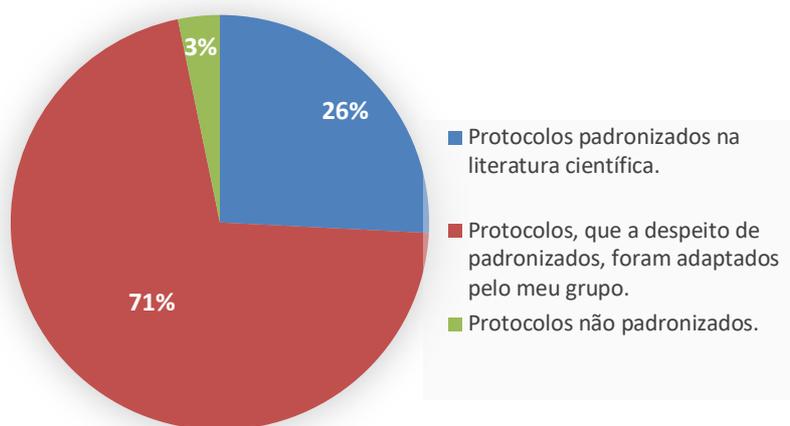
Gráfico 3 – Habilidade em computação



Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

A seção II do questionário buscou coletar informações acerca da coleta e registro de dados nas pesquisas executadas no âmbito do PPT. Observa-se que a maior parte, 71% dos protocolos desenvolvidos nas pesquisas são adaptados pelos grupos de trabalho.

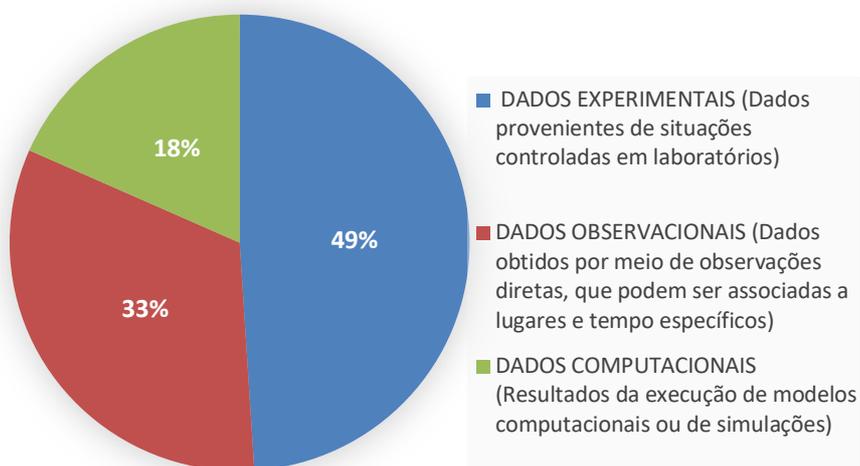
Gráfico 4 – Caracterização dos ensaios



Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Sobre os tipos de dados de pesquisa, a maior parte é coletada ou produzida por meio de dados experimentais ou observacionais, sendo a menor parte de dados resultantes de modelos computacionais.

Gráfico 5 – Tipos de dados de pesquisa

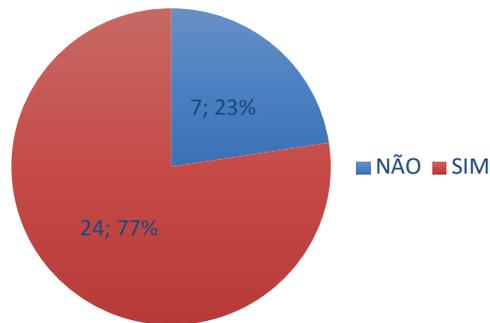


Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Ainda na seção II, sobre a coleta de dados, perguntamos se os resultados das pesquisas eram analisados por softwares específicos.

Gráfico 6 – Gerenciamento e análise de resultados de pesquisa por softwares

Os resultados da sua pesquisa são gerenciados ou analisados por softwares específicos?



Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Para os que responderam SIM sobre a análise de resultados por softwares, buscamos conhecer quais são estes softwares. Nesse sentido, aplicações de equipamentos específicos foram listadas, como FlowJo para citometria de fluxo. Foram bastante citados RedCap, que desenha base de dados para ensaios clínicos, e Excel, que produz planilhas e dados dentro do pacote da Microsoft Office. As aplicações que mais apareceram como respostas foram softwares variados de análise estatística, como SPSS, R, Minitab, Stata e GraphPad Prism.

Interrogamos também, na questão 8, se os pesquisadores já haviam enfrentado problemas para a manutenção dos dados de pesquisa e, em caso afirmativo, quais os problemas. Pouco mais da metade dos respondentes, 55% afirmaram ter enfrentado problemas na manutenção dos dados das pesquisas, sendo a perda de informações listada como a principal dificuldade (56%), seguida de registros incorretos ou ilegíveis (19%) e falta de rastreabilidade (15%). Nessa questão, o campo “Outros”, oferecia liberdade para elencar mais problemas, e foram relatadas dificuldades como local de armazenamento, alunos que não registram devidamente e rotineiramente, cadernos não encontrados e anotações pouco elucidativas.

As últimas perguntas da Seção II referiam-se à repositórios de dados de pesquisa. A maior parte dos pesquisadores, 71% deles, afirmou não utilizar repositório de dados. Dentre os 29% de pesquisadores que disseram utilizar, pedimos que listassem quais os repositórios utilizados. Apenas 3 pesquisadores listaram plataformas que são consideradas repositórios, como Zoobank e Genbank. Os demais elencados não são enquadrados como repositórios de dados de pesquisa, como Google drive, Redcap, mostrando que o conceito de repositório de

dados pode não estar bem compreendido e disseminado entre os pesquisadores do Programa de Pesquisa Translacional.

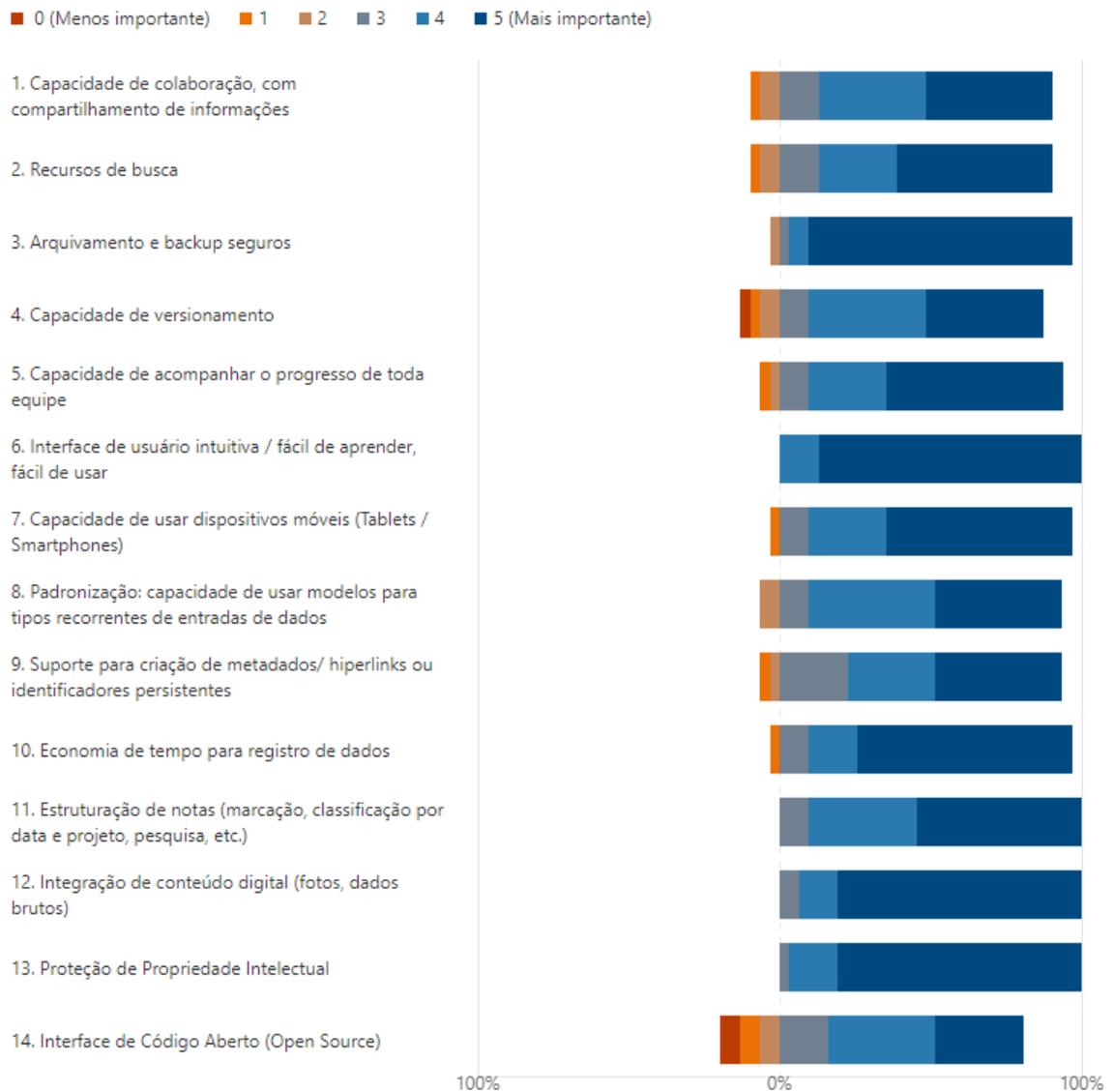
A despeito da pouca utilização, 87% dos respondentes afirmaram que acreditam que a utilização de repositórios de dados de pesquisa ou de ferramentas que criem links para os repositórios pode auxiliar na manutenção dos dados de pesquisa.

A seção III do questionário semiestruturado continha perguntas sobre os Cadernos Eletrônicos de Laboratório, desde a abordagem sobre o conhecimento e a utilização de um ELN, até os motivos que levaram à decisão de uso e características principais para a escolha da ferramenta. Entretanto, nesta seção, nenhum dos respondentes afirmou conhecer ou já ter utilizado um ELN. Considerando que não houve nenhum participante que faça ou já fez uso do ELN, não foi possível avaliar motivações pela escolha da ferramenta ou motivos por ter deixado de utilizar, caso tivéssemos encontrado essa situação.

A seção IV do questionário abordou questões de Cadernos Eletrônicos de Laboratório, mesmo que os respondentes nunca tivessem utilizado um ELN. Esta seção objetivava construir a percepção dos pesquisadores sobre quais recursos eles consideram mais importantes para um Caderno Eletrônico de Laboratório. Dessa forma, para essa seção utilizamos uma escala *likert*, pedindo aos respondentes que informassem em cada um dos 14 recursos apresentados, como eles consideram cada um dos atributos de um ELN, em uma escala de 0 a 5, onde 0 era “Menos importante” e 5 era “Mais importante”. As respostas deram forma à construção do gráfico a seguir, que pode ser utilizado para classificar os recursos mais desejáveis a uma ferramenta eletrônica.

Questão 13 - Utilizando uma escala de 0 a 5, onde 0 é MENOS IMPORTANTE e 5 MAIS IMPORTANTE, pontue como você considera os recursos a seguir para um ELN.

Gráfico 7 – Grau de importância aos recursos de ELN

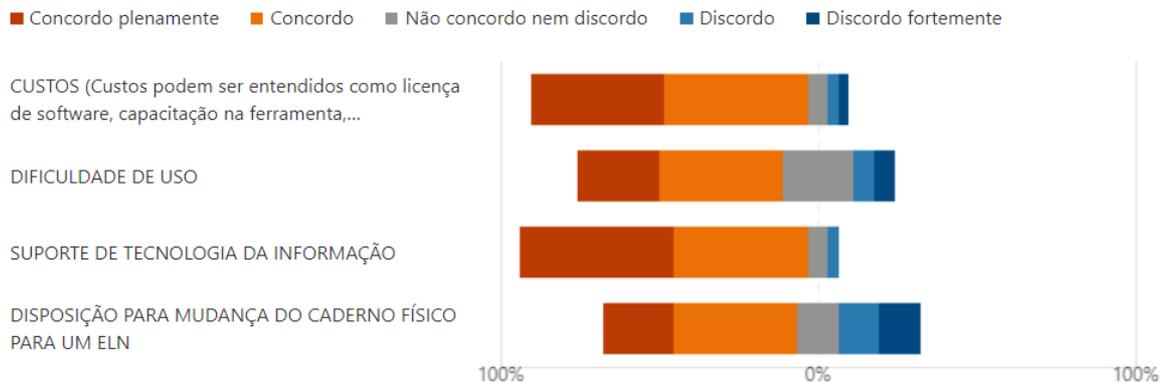


Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

A literatura sobre o tema discorre sobre um número ainda muito pequeno de pesquisadores utilizando Cadernos Eletrônicos de Laboratório e apresenta potenciais limitadores ao uso. Dessa forma, perguntamos aos pesquisadores o grau de concordância, ou seja, a percepção individual sobre os principais limitadores elencados no meio acadêmico, que são Custo (Custos podem ser entendidos como licença de software, capacitação na ferramenta, manutenção, suporte, armazenamento, preservação digital e outros); Dificuldade de uso; Suporte de Tecnologia de Informação e Disposição para mudança do caderno físico para um ELN. Pedimos que o grau de concordância fosse definido em escala com “Concordo plenamente” até “Discordo fortemente”. Os dados coletados estão representados no gráfico a

seguir.

Gráfico 8 – Limitações ao uso de ELN



Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Somando as afirmações “Concordo plenamente” e “Concordo”, o Suporte de Tecnologia da Informação caracteriza-se como o maior limitador ao uso do ELN pelos pesquisadores, representando 90,3% do grau de concordância, seguido de Custos, com 87,1% dos respondentes concordando que Custos podem ser limitadores ao uso. Já Dificuldade de Uso e Disposição para mudança do caderno físico para um ELN aparecem, respectivamente, com 64,5% e 61,3% da concordância dos pesquisadores como limitadores ao Caderno Eletrônico de Laboratório.

Por fim, pedimos aos pesquisadores que classificassem a sua intenção em trabalhar com um Caderno Eletrônico de Laboratório, expressando esse desejo em uma escala de 0 a 5, sendo 0 NÃO GOSTARIA e 5 GOSTARIA MUITO. Mais da metade dos respondentes, 51,6%, afirmaram que gostariam muito de trabalhar com um ELN, e outros 25,8% afirmaram que também gostariam, representando uma fatia de 77,4% dos pesquisadores com disposição para trabalhar com o caderno eletrônico. Nenhum deles afirmou que não gostaria, como é visto no gráfico a seguir.

Gráfico 9 – Intenção em trabalhar com ELN

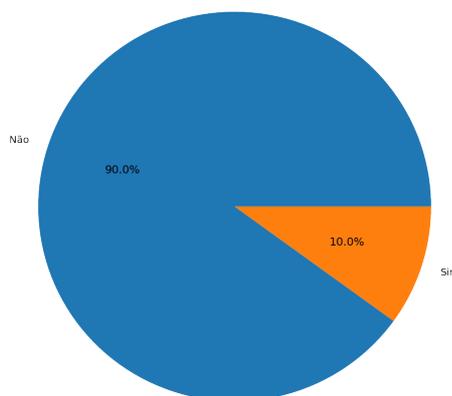


Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Com os resultados do questionário semiestruturado, fizemos ainda uma análise entre algumas das respostas para verificar possíveis correlações entre o perfil do usuário, o tipo de coleta e dados de pesquisa e os recursos de ELN.

Procuramos entender o motivo dos pesquisadores que responderam 1 ou 2 na escala de intenção de uso do ELN, e se estas pessoas tinham problemas com manutenção dos dados de pesquisa. Observamos que a maior parte delas, 90%, relatou não ter enfrentado problemas na manutenção dos dados.

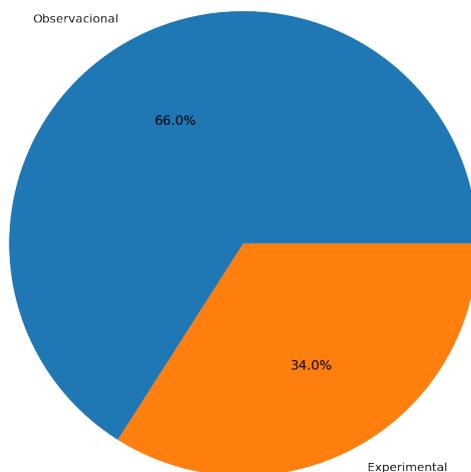
Gráfico 10 – Problemas com manutenção de dados de pesquisa



Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Ainda entre os que responderam 1 ou 2 na escala de intenção de uso do ELN, trouxemos os principais tipos de dados gerados nas suas pesquisas. Destes, 66% produzem dados observacionais, que são os dados obtidos por meio de observações diretas, que podem ser associadas a lugares e tempo específicos e 34%, produzem dados experimentais, ou seja, dados provenientes de situações controladas em laboratórios.

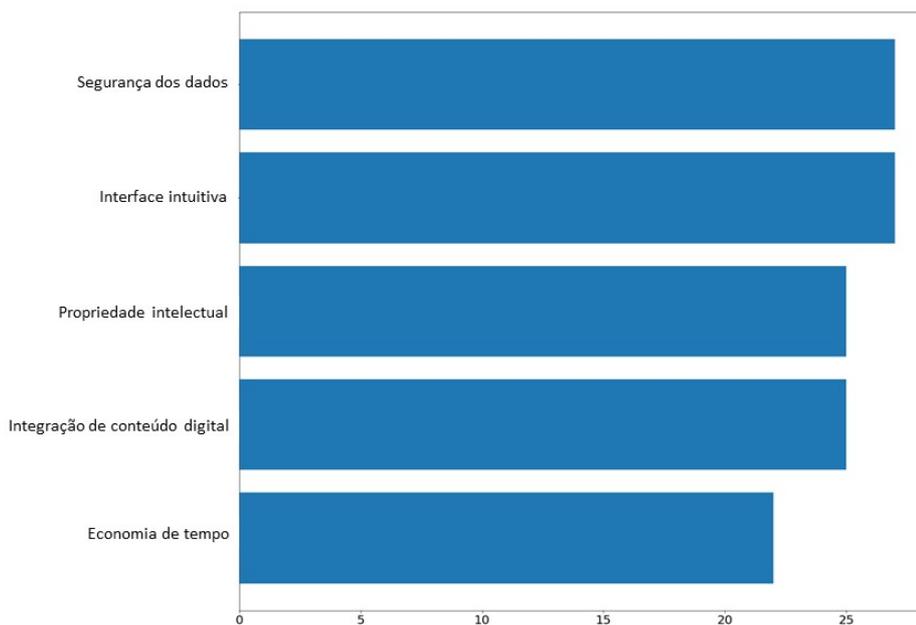
Gráfico 11 – Tipos de dados de pesquisa gerados por pesquisadores sem intenção de trabalhar com ELN



Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Pontuamos também os cinco recursos que os pesquisadores consideram mais importantes para um caderno eletrônico de laboratório, dentre as 14 opções destacadas no questionário. Listados pela maior parte dos pesquisadores como os recursos considerados mais importantes para um ELN estão, nessa ordem, a segurança dos dados e a interface intuitiva, a proteção da propriedade intelectual e a integração de conteúdo digital, e a economia de tempo.

Gráfico 12 – Cinco recursos mais importantes para adoção de ELN

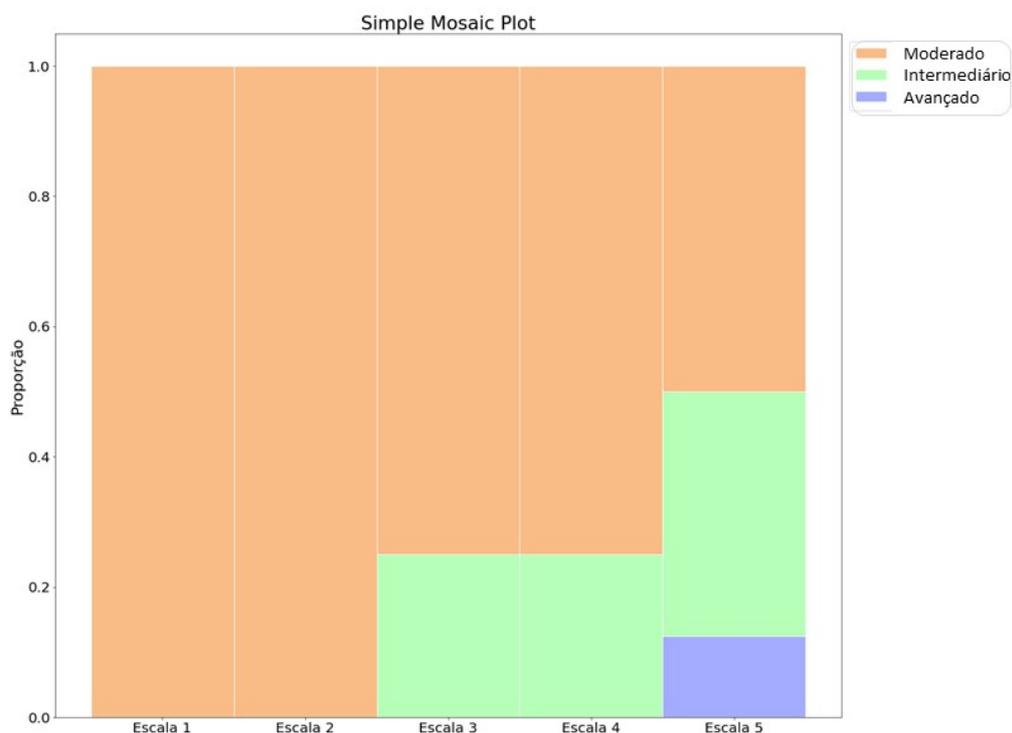


Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

Por fim, associamos o interesse de uso do caderno eletrônico de laboratório, onde os pesquisadores marcaram seu interesse em utilizar um ELN entre 0 a 5, sendo 0 aqueles que não gostariam de utilizar e 5 aqueles que gostariam muito de utilizar um ELN, à habilidade em computação, com as opções definidas no perfil como avançado (que tem conhecimento em linguagens de programação), intermediário (que utiliza funções avançadas de programas) e moderado (que faz uso principalmente de programas de texto e planilhas). É importante ressaltar que nenhum dos participantes disse ser aprendiz ou novato com computadores.

Podemos identificar claramente com o gráfico em mosaico a seguir que quanto maior a habilidade em computação, maior o interesse de uso de um caderno eletrônico de laboratório.

Gráfico 13 – Habilidade em computação X interesse de uso de ELN



Fonte: elaborado pela autora com base em dados de Fiocruz 2021

8. DISCUSSÕES

A pesquisa básica, de acordo com Tigre (2006), é geralmente de longo prazo e seus resultados incertos, mas que podem proporcionar saltos tecnológicos importantes para a sociedade, e por isso, normalmente são assumidas por instituições de pesquisa financiadas pelo Estado, como a Fiocruz, ficando para as empresas privadas os esforços nas etapas finais do processo de inovação. A grande inovação está na capacidade da organização acessar o seu conhecimento, onde quer que ele esteja, criando a necessidade de haver um fluxo constante entre inovação, organizações, mercado e conhecimento (DRUCKER, 1992). Dessa forma, encontramos na Fiocruz e no recorte do Programa de Pesquisa Translacional, por seu caráter de atividade de pesquisa inovativa e de transferência para a sociedade, um ambiente próprio para a condução desse estudo.

O interesse pelo tema partiu da observação de que os pesquisadores na Fiocruz utilizam tradicionalmente o suporte físico para registrar os dados de pesquisa, o caderno de papel, enquanto há uma crescente geração de informações digitais. Esse descompasso entre a produção digital e a persistência do caderno físico, mesmo na era da evolução das tecnologias da informação e comunicação, nos despertou a curiosidade para elencar características em Cadernos Eletrônicos de Laboratório que podem trazer a produção do conhecimento na instituição para esses sistemas digitais dedicados.

Desta forma, a pesquisa objetivou parametrizar os critérios mais desejados para adoção de Cadernos Eletrônicos de Laboratório na Fiocruz. Para isso, buscamos compreender os processos de geração e de registro dos dados no universo da pesquisa biomédica a partir da percepção dos pesquisadores dos programas de pesquisa translacionais, e avaliar a impressão destes pesquisadores sobre os cadernos eletrônicos de laboratório como ferramentas de anotação e organização das informações produzidas nas pesquisas biomédicas básicas.

Para instruir esse estudo, reconhecemos tópicos que estão intimamente ligados aos ELN, como a documentação de informações, a coleta e o registro de dados na pesquisa, os recursos indispensáveis em um software e as limitações para adoção desses sistemas eletrônicos dedicados.

A literatura levantada nesse estudo, bem sintetizada por Gerlach e colaboradores (2020), aponta para a documentação como peça central para as melhores práticas de pesquisa a ser realizada de maneira adequada para criar transparência e garantir a integridade dos dados. Assim, o conjunto da adoção de cadernos eletrônicos de laboratório, com a assimilação de bons hábitos de registro aplicados na rotina pode significar o estabelecimento de um ciclo perene de boas práticas de pesquisa.

Entretanto, uma análise inicial desse trabalho demonstrou que há muito pouco conhecimento dos pesquisadores sobre os cadernos eletrônicos de laboratório. A maior parte deles nunca teve familiaridade com um software de ELN e existe uma confusão sobre o que é um caderno eletrônico de laboratório e o que são outros softwares de apoio ou análises para as pesquisas.

Vale ressaltar que esse era um achado esperado. Santos e colaboradores, em 2019, analisaram as práticas de manutenção e uso dos registros provenientes de 15 laboratórios de uma unidade da Fiocruz, o Instituto Oswaldo Cruz (IOC), e identificaram a ampla adoção do caderno físico em papel, com as mais diversas nomenclaturas. Não obstante, em 94% dos laboratórios, o grupo identificou a presença de documentos eletrônicos nos computadores de trabalho em pastas de arquivos ou em algum sistema eletrônico gerenciado pela equipe laboratorial, mas nenhum que fosse um software dedicado ao registro dos dados científicos, como um ELN.

Evidenciamos que o uso dos cadernos eletrônicos de laboratório é incipiente frente à utilização diária e rotineira de computadores, mesmo que não haja nenhum pesquisador que seja aprendiz em computação. Essa questão denota que a habilidade em computação não é uma barreira à adoção de ELN, mas percebe-se que quanto maior o domínio da tecnologia, maior o interesse no caderno eletrônico. Interessante também destacar que a representatividade de usuários de cadernos eletrônicos de laboratório na Fiocruz, de 3,5%, mesmo baixa, reflete a adesão no meio acadêmico mundial (TACHIBANA, 2014), com exceção de algumas instituições entusiastas no uso de ELN e que colocaram esforços para seleção de softwares de cadernos eletrônicos, como institutos de pesquisa de ciências biomédicas e translacionais que produzem dados similares aos da Fiocruz (WALSH; CHO, 2013; GUERRERO et al., 2016;).

Utilizamos a categorização de dados de pesquisa definida por Sayão e Sales (2015), que os descrevem em três tipos - experimentais, observacionais e computacionais - para compreender quais os principais tipos de informações científicas são produzidas. Observamos nos laboratórios da Fiocruz que existe um predomínio dos dados de pesquisa experimentais, mas as pesquisas biomédicas geram dados também de outras naturezas, sendo que uma fatia, cerca de um quinto (1/5), já é diretamente resultante de modelos computacionais. Essa ascendência da geração de dados no ambiente digital corrobora com a afirmação de 77% dos pesquisadores do PPT, que atestam que seus dados são gerenciados ou analisados por softwares, com aplicações específicas para cada área de pesquisa.

Essa diversidade de sistemas utilizados pelos pesquisadores pode significar uma complexidade para a oferta de uma única opção de ELN que atenda às necessidades na Fiocruz,

ou seja, encontrar uma só ferramenta capaz de concentrar toda a heterogeneidade das pesquisas pode não ser produtora e oferecer mais de uma possibilidade parece ser uma atitude adequada.

Ao analisar as dificuldades para a manutenção dos dados de pesquisa, demonstramos que o problema mais comum é a perda de informações. Como as informações coadunam em “meio papel e meio digital”, podem existir embaraços na manutenção dos dados. Esse obstáculo pode ser apontado como um grave problema com consequências que podemos destacar como retrabalho, falta de confiabilidade, até desafios maiores como o comprometimento dos resultados ou a impossibilidade de comprovação da propriedade intelectual da pesquisa.

Continuando a observação sobre os dados de pesquisa, ao questionarmos os pesquisadores sobre o uso de repositórios, notamos que ainda não é uma prática comum o depósito de informações nessas plataformas de conjuntos de dados, exceto alguns repositórios temáticos, como os que preconizam o depósito de sequências genéticas ou o registro de novas espécies. Como notamos que essa não é uma prática, podemos inferir que o ciclo de vida dos dados da pesquisa pode ter lacunas, especialmente no acesso aos dados brutos e a reutilização das informações.

Mesmo que pouco utilizados, a maior parte dos pesquisadores entende que os repositórios auxiliam na manutenção dos dados de pesquisa, sugerindo que existe uma compreensão sobre o papel dos repositórios e como eles são importantes na preservação e compartilhamento. Entretanto, podemos apenas inferir que a ampla utilização ainda não aconteça, ou pela falta de incorporação na prática de algo novo, ou porque alguns sistemas de pesquisa ou revistas até o momento não exijam a aplicação.

Cabe uma preocupação sobre a baixa utilização de repositórios de dados de pesquisa. Como mais de 70% dos pesquisadores respondentes não os utilizam, podemos ter na instituição uma grande lacuna no armazenamento de dados de longo prazo que, pela preservação (não intencional) inadequada, podem se perder em computadores pessoais e pastas compartilhadas, comprometendo as boas práticas científicas e o reuso de informações. Mesmo os repositórios, que são ferramentas mais difundidas na pesquisa e gratuitas e, contudo, observamos que não tem ampla adesão em todas as áreas. Os ELN são ainda mais desconhecidos para a maior parte dos cientistas. Nossa consulta no âmbito deste projeto e, de maneira mais ampla, a consulta institucional, demonstraram que os cadernos eletrônicos são inexplorados pelos pesquisadores na Fiocruz.

Nesse sentido, o desafio para implementação de Cadernos Eletrônicos de Laboratório na Fiocruz parece não ter nenhuma relação com a resistência ao uso. Oportunizar aos pesqui-

sadores o acesso a esses sistemas de criação, guarda, recuperação e compartilhamento de dados, como são definidos os cadernos eletrônicos de laboratório pode possibilitar uma das etapas necessárias para a avaliação dos ELN como instrumentos úteis no campo do registro de dados, especialmente dada à complexidade das informações atuais.

O que se percebe a partir das respostas obtidas na nossa consulta é que, mesmo inexplorados e pouco conhecidos no universo da Fiocruz, os cadernos eletrônicos de laboratório são ferramentas desejadas no campo da pesquisa biomédica institucional. Essa afirmativa foi trazida por meio da expressão de quase 80% dos pesquisadores do PPT, que declararam sua intenção em trabalhar com um ELN. Mas além de observarmos uma lacuna entre a intenção e o uso, percebemos também uma dualidade entre o desejo de trabalhar com o ELN e a energia para mudar do caderno em papel para o digital, uma vez que 61,7% dos pesquisadores concordam que uma limitação ao uso do Caderno Eletrônico é a disposição para essa transição.

Pelos achados expostos, fica transparente a necessidade de sensibilizar os pesquisadores para as vantagens dos Cadernos Eletrônicos como uma ferramenta de gestão de dados mais eficiente na preservação dos dados institucionais que são crescentemente digitais. Concomitantemente, há que se apresentar os desafios na transição, sendo que a maior parte deles podem ser assumidos pela instituição, como a escolha da ferramenta, o suporte de tecnologia da informação e os custos.

A escolha de uma ferramenta é uma diretriz importante e suscita que seja pensada como uma construção coletiva, incorporando necessidades e particularidades da prática científica. Foi com esse olhar, independente do conhecimento ou da familiaridade com cadernos eletrônicos de laboratório, que mostramos aos pesquisadores vários recursos destacados na literatura e oferecidos por um ELN e solicitamos que eles atribuíssem importância a estes recursos. De uma maneira mais livre, a consulta institucional da Fiocruz também perguntou àqueles pesquisadores que afirmaram usar um ELN, quais os critérios para a adoção do caderno eletrônico.

Um exame sobre o interesse demonstrado pelos participantes dessa pesquisa revelou que os atributos destacados como mais importantes são segurança dos dados (arquivamento e backup), interface de usuário intuitiva, proteção da propriedade intelectual, integração de conteúdo digital e economia de tempo para o registro dos dados. Quando olhamos para a consulta institucional, a esses recursos se somam o compartilhamento de informações e a estruturação de notas (marcação, classificação por data e projeto, pesquisa, etc). Destacamos que este último atributo citado foi enquadrado por nós de acordo com critérios elencados por pesquisadores para adoção do ELN.

“Rascunhos, anotações de reuniões, resultados brutos de experimentos”.

“Meu grupo de pesquisa utiliza o LabShake para organização de protocolos e rastreabilidade de amostras e reagentes. Eu uso o OneNote para organização dos projetos e experimentos”.

Esses atributos ou requisitos considerados mais relevantes nas consultadas realizadas na Fiocruz aparecem na literatura como muito desejados para a utilização de um ELN. Os grupos de Voegelé (2013) e Kanza (2017) destacam a segurança, com o armazenamento e backup, o compartilhamento de informações e a estruturação ou organização de notas como muito almejados na ferramenta eletrônica de registro de dados. Já preocupações com propriedade intelectual e integração do conteúdo digital aparecem em citações de diversos autores.

A partir dessa análise de importância, podemos perceber que atributos como ‘suporte para criação de metadados/hiperlinks ou identificadores persistentes’, ‘capacidade de versionamento’ e ‘interface de código aberto (open source)’ podem não aparecer com protagonismo na escala de importância por representarem recursos mais técnicos, ou seja, são funcionalidades de software que mesmo necessárias, podem não ser comandadas pelo usuário na rotina de trabalho com a ferramenta tecnológica e provavelmente sejam melhor compreendidos por profissionais de tecnologia da informação e comunicação (TIC).

Sobre a integração de profissionais de TIC, foi apontado pela grande maioria dos pesquisadores que o suporte de tecnologia da informação é um forte limitador à adoção de um ELN, sendo elencado até como maior limitante que custos, que foi apontado como uma barreira por 87% dos pesquisadores. Essas análises são condizentes com o que afirmam Rocha e colaboradores (2017), que laboratórios interessados em utilizar cadernos eletrônicos de laboratório precisam de investimentos em servidores de dados, sistemas de backup e profissionais de tecnologia da informação.

Relatos da consulta institucional da Fiocruz corroboram e reforçam a particular importância do apoio de profissionais de tecnologia da informação para suportar e operacionalizar o uso de cadernos eletrônicos de laboratório, conforme reproduzimos no trecho a seguir.

“Gostaria mesmo é de utilizar o eLabFTW (<https://www.elabftw.net/>). Ele é um sistema seguro, moderno e compatível para rastrear os experimentos com eficiência, e também gerencia todo o laboratório com um banco de dados poderoso e flexível (agendamento de equipamentos, inventários, etc). Ele é desenvolvido com PHP / MySQL em contêineres Docker, tem o código livre, criado por cientistas para cientistas. Deve

ser instalado em um servidor. Uma instalação pode ser para uma equipe ou para toda a instituição, ou ser instalado no computador para uso pessoal. Estou em busca de um servidor com serviço de TI para implantá-lo. Para testar o eLABFTW em equipe, instalei ele em meu computador pessoal, e utilizei o Docker (<https://docs.docker.com/>) para instalar o eLabFTW dentro do meu Dropbox para utilizá-lo como servidor. Entretanto, não é minha expertise e continuo precisando de um profissional de TI para solucionar os eventuais problemas que surgirem.”

Há uma convergência da Fiocruz no desenvolvimento inovativo e no papel protagonista que a tecnologia da informação tem nesse processo. Tal consonância foi tornada explícita na diretriz 10 da tese 5 do VIII Congresso Interno.

Incorporar na agenda de inovação e prever investimento para viabilizar ferramentas de tecnologia da informação voltadas para a gestão dos programas e projetos de P&D, de prospecção e da propriedade intelectual, de forma a viabilizar informações ágeis relativas às atividades desenvolvidas no campo, favorecendo arranjos em rede, trabalho colaborativo e desenvolvimento de plataformas (FIOCRUZ, 2018).

Assim, observamos que existe uma proposta política na Fiocruz de desenvolvimento da tecnologia da informação que sustente as atividades de P&D e fortaleça a capacidade da Fiocruz de transformar as atividades científicas em produtos para o SUS, apoiando a organização do sistema de inovação. Ainda que exista a proposta, no âmbito da base de conhecimento biomédico notamos que pode haver uma desarticulação da política com a efetiva aplicação de estratégias tecnológicas inovadoras que possam contribuir com o acesso e guarda de todo o ciclo dos dados gerados na produção do conhecimento.

As reflexões sobre a incorporação da cultura digital dos dados e a adoção de cadernos eletrônicos de laboratório podem precisar de um olhar mais ampliado e integrado, caminhando para uma política institucional que efetive ações e promova suporte necessário ao uso sistêmico. Para aproximar da realidade na Fiocruz, o desenho e implementação de ELN na instituição, é preciso oferecer aos pesquisadores uma proximidade com ferramentas de cadernos eletrônicos, permitindo aos pesquisadores experimentarem essa nova forma digital de registro de dados.

Não há no Brasil estudos avançados sobre o uso de Cadernos Eletrônicos de Laboratório e, a despeito de existir esse hiato internacional frente a outras instituições de pesquisa em países desenvolvidos, a Fiocruz já apresenta, mesmo que pouco agressivas, iniciativas para

avaliar abordagens na automação e a digitalização dos dados produzidos, não apenas com ELN, mas de maneira mais avançada, na internalização de seu repositório institucional, reconhecendo que uma abordagem baseada na organização e na integração permite que a ciência prospere.

Esse processo precisa estar alinhado institucionalmente, com uma equipe multidisciplinar capacitada que contemple a orquestração de profissionais da área de pesquisa, de tecnologia de informação, gestão da qualidade, informação, ciência de dados. Esses diferentes atores poderão ser capazes de atuar em uma gestão estruturada para a construção de uma política de aplicação e difusão dos Cadernos Eletrônicos como parte do processo de inovação na gestão de dados de pesquisa na Fiocruz.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vulnerabilidade com que é aplicada a gestão dos dados de pesquisa nos laboratórios de saúde parece não considerar a importância de que os dados são os formadores do conhecimento, sugerindo a utilidade do aprofundamento no tema e de como ferramentas ou mecanismos que guiem para uma melhor documentação de procedimentos experimentais possam contribuir com melhores práticas de pesquisa.

Como pressuposto para este estudo temos uma visão sistêmica da mudança tecnológica na geração dos dados de pesquisa, e essa mudança tende a acompanhar uma necessidade de compatibilizar o modo como as informações geradas nos laboratórios biomédicos são registradas e arquivadas, compreendendo que uma documentação detalhada apoia, sobretudo, a integridade dos dados.

Entendemos que acessar o conhecimento nas pesquisas desenvolvidas na Fiocruz é tarefa prontamente recuperáveis, e, portanto, o interesse neste estudo deriva de lacunas na instituição que proponham diretrizes mais eficientes no registro e recuperação de dados de pesquisa, transformados, em sua maioria, em registros digitais. Nesse campo, o foco do trabalho foram os Cadernos Eletrônicos de Laboratório.

Essa pesquisa não pode ser conclusiva, pois é embrionária no campo dos Cadernos Eletrônicos de Laboratório na Fundação Oswaldo Cruz. Considerando o arcabouço teórico disponível e o pioneirismo do estudo na Fiocruz, limitamos a pesquisa e os nossos achados a descrever os melhores parâmetros e as principais dificuldades para adoção de ELN na instituição. Pelo fato dessa dissertação ser precursora na fundação acerca dos ELN, os resultados e as percepções dos pesquisadores devem ser revisados a partir de novas experiências no registro de dados de pesquisa ou outras iniciativas institucionais acerca do tema.

Diante da prematuridade do conhecimento sobre os Cadernos Eletrônicos de Laboratório, essa dissertação propôs-se a sugerir parâmetros para o uso dos ELN, capturando as informações de pesquisadores de uma instituição pública de pesquisa, a Fiocruz, representados por um recorte na área biomédica.

Embasados por uma literatura ainda não muito vasta no meio acadêmico, buscamos nos aprofundar no arcabouço teórico ligado ao tema. Dentre o campo dos dados de pesquisa, consideramos interfaces, que apesar de não serem exaustivas, guardam intrínseca relação com o estudo, que são os aspectos das práticas de gestão da qualidade aplicadas à pesquisa científica, da gestão dos dados de pesquisa e dos princípios FAIR.

A construção da base instrumental teórica das boas práticas ligadas aos dados de pesquisa foi importante na compreensão dos processos que alicerçam resultados credíveis. Destaque-se aqui que a credibilidade de resultados envolve critérios como disponibilidade, consistência, acessibilidade e durabilidade para que sejam considerados íntegros os achados de pesquisa. O então estudo deste arcabouço pode clarificar como deve ser uma apropriada documentação dos dados.

Ainda nessa base teórica, apesar de não nos debruçarmos sobre esse tema em específico, vimos como contextualização que o tratamento para que os dados, fonte principal da pesquisa científica, possam ser válidos e reprodutíveis, corrobora com os esforços de ciência aberta, de forma a permitir seu reuso e novas descobertas.

Situados na literatura, partimos para o desenvolvimento dos objetivos do estudo. Nessa fase, fizemos um recorte do público participante dos questionários semiestruturados, convidando à participação os pesquisadores credenciados no Programa de Pesquisa Translacional da Fiocruz. O recorte escolhido permitiu uma diversidade de público da área de pesquisa biomédica, de pesquisa clínica e de saúde coletiva. O método delineado incluiu um número expressivo, representativo e diverso de pesquisadores em todas as unidades da Fiocruz. Por sua vez, o retorno não foi tão significativo quanto esperado, apesar dos chamamentos reforçados pela Coordenação da Qualidade e secretaria do PPT. Identificamos nesse processo de consulta aos pesquisadores que existe, a despeito da relevância do Programa Translacional na Fiocruz, uma desconexão entre o pertencimento dos cientistas ao programa, confirmada pelo retorno de alguns pesquisadores ao questionário, que não se reconheciam como líderes de projetos no PPT, o que pode ter contribuído para a baixa adesão.

Vale ressaltar que essa lacuna não comprometeu o desenvolvimento do estudo, e mantivemos nosso curso metodológico. Portanto, o primeiro objetivo específico proposto, o de identificar as necessidades da área de pesquisa biomédica da Fiocruz para a adoção de registro em Caderno Eletrônico foi alcançado e forneceu conhecimento geral sobre a coleta e registro de dados de pesquisa representativos de laboratórios biomédicos. Cabe destacar que falamos aqui em conhecimento geral sobre coleta e registro de dados de pesquisa, posto que aprofundar nas especificidades de todo o curso dessas atividades nos mais variados laboratórios demandaria uma investigação a parte.

Mesmo assim, consideramos que o conhecimento levantado acerca das necessidades da área de pesquisa biomédica da Fiocruz nos trouxe achados relevantes sobre as pesquisas executadas no âmbito do PPT, e que, dada a semelhança, possam ser extrapolados para outros laboratórios da Fiocruz. Cabe destacar que identificar os tipos de ensaios e caracterizar a natureza dos dados de pesquisa nos trouxe o entendimento de parte do fluxo de dados científicos

contemporâneos, ou seja, como ocorre a captura, processamento e arquivo dos dados nas pesquisas atuais do PPT. Observamos que os dispositivos de laboratório, hoje cadernos de papel, planilhas de Excel e soluções de armazenamento em nuvem guardam os dados brutos dos ensaios. Essas informações são comumente processadas em ferramentas secundárias de processamento de dados e não existe unicidade nos locais de guarda dos dados digitais.

Esse olhar macro nos permite inferir que os cadernos de laboratório convencionais não são usados para capturar todos os fluxos de dados - e nem são capazes de fazê-lo, considerando que a maior parte dos resultados de pesquisa são gerenciados e analisados por softwares específicos. Diante da multiplicidade da coleta e produção de dados de pesquisa, ressalta-se a importância da criação de mecanismos que favoreçam a captura, guarda e rastreabilidade das informações, de maneira gerenciável. Nesse sentido, apresentar Cadernos Eletrônicos de Laboratório como dispositivos para suportar uma abordagem digital nos fluxos de geração de informações de pesquisa figura-se como uma ferramenta para lidar com a transformação tecnológica dos laboratórios.

Face ao ainda distanciamento dos pesquisadores em relação aos ELN, o segundo objetivo proposto, o de analisar as principais funcionalidades das ferramentas eletrônicas para Caderno de Laboratório comercialmente disponíveis frente às demandas de pesquisadores da área biomédica da Fiocruz inseridos no Programa de Pesquisa Translacional, pareceu afastado da dimensão do trabalho e nos trouxe outras premissas, de como aproximar os principais atores, os pesquisadores (leia-se todo o corpo de pesquisa), do processo inovativo de transformação digital dos dados, enfatizando a pertinência de adensar o conhecimento sobre as tecnologias ofertadas e práticas para garantir a conformidade dos dados gerados.

Identifica-se na Fiocruz, a despeito da relevância da instituição para a saúde, ciência e tecnologia nacional e sua capacidade diversificada de pesquisa e produção, que o estabelecimento de processos de conformidade na base acadêmica ainda é tímido para configurar uma aplicação e difusão contínua de uma adequada documentação que assegure o cumprimento de métodos que garantam a condução das boas práticas de pesquisa à maior parcela da instituição. Apesar de requerimentos para manutenção de dados acurados não serem novos, percebe-se a dificuldade em harmonizar ações que favoreçam a superação das fragilidades na dinâmica da gestão dos dados de pesquisa.

Sugere-se então a adoção de estratégias no campo da documentação de dados que enriqueçam a gestão da produção do conhecimento em pesquisa. Como é tema central desse estudo, indicamos a oferta guiada de ELN, prescindindo iniciativas individuais e sem suporte, que podem não levar em consideração a legalidade de armazenamento de dados, por exemplo.

Como exemplo de uma oportunidade de difusão institucional aplicada, há o desenvolvimento em curso do projeto aprovado no INOVA Gestão, coordenado pela Fiocruz Minas e que integra a Coordenação da Qualidade (CQuali), VPEIC e COC, além de outras unidades regionais da Fiocruz, como Instituto Carlos Chagas (ICC-Paraná), Instituto Oswaldo Cruz (IOC-RJ) e Fiocruz Rondônia. Sua metodologia se apoia na análise e testagem de softwares ELN de código aberto, com o objetivo de identificar um software que possa ser viável para aplicação no registro eletrônico dos dados gerados nos laboratórios de pesquisa da Fiocruz. Iniciativas como esta aproximam os laboratórios dos ELN e estimulam o acesso ao conhecimento das ferramentas de registro de dados.

Não só o desconhecimento por parte dos pesquisadores pode ser considerado um fator que ainda não permitiu uma iniciativa de institucionalização dos ELN. No que tange à infraestrutura tecnológica, o estímulo ao acesso a diferentes ELN pode permitir ao pesquisador uma aproximação ao formato eletrônico, ampliando uma análise crítica que é fundamental à construção das melhores tecnologias que acompanhem a dinâmica e a fluidez das pesquisas.

Um desafio para a construção de uma agenda de implementação de cadernos eletrônicos é garantir ações coordenadas multidisciplinares de longo prazo, dentre as quais podemos destacar, o suporte de tecnologia de informação, necessários à avaliação e à internalização de softwares, o envolvimento do Sistema Gestec/NIT, que promova a proteção do patrimônio científico da Fiocruz, a adesão de profissionais da informação para apoiar o tratamento da informação e torná-las acessíveis ao usuário final, e a Gestão da Qualidade, no suporte ao treinamento em boas práticas que assegurem que o fluxo do processo de qualidade de dados seja mantido durante todo o seu ciclo de vida.

É importante ressaltar que a proposta de adesão ao uso de cadernos eletrônicos não pretende suprimir imediatamente o caderno de laboratório convencional, mas sim possibilitar ao pesquisador experimentar novas formas de registro e avaliar, sob a ótica da sua pesquisa, o que mais é adequado ao seu campo de atuação, primando sempre pela forma de registro mais adequada às suas necessidades, de forma a garantir a rastreabilidade e a fidedignidade dos achados científicos. Orientados institucionalmente, os pesquisadores precisam investir tempo para testar um sistema apropriado para sua pesquisa, dentre as opções de ELN diferentes. Identificada a ferramenta certa, ou as ferramentas certas, o treinamento regular e o incentivo permanente podem caucionar uma prática de documentação sustentável.

Como objetivo geral desse trabalho, o de elencar os parâmetros para a construção de um Caderno Eletrônico de Laboratório voltado aos laboratórios de pesquisa da Fiocruz, conseguimos indicar e ordenar as funcionalidades que precisam ser apresentadas em um software

para atender às necessidades dos pesquisadores. Demonstramos que para que aconteça a adesão ao ELN, o software (ou os softwares) precisam apresentar uma interface amigável, fácil de usar, ou seja, a preocupação com o design da ferramenta é muito importante. Essa característica é *sine qua non*, uma vez que é destacada por todos os participantes da pesquisa como essencial.

Na sequência, a proteção de propriedade intelectual (PI), o segundo parâmetro muito significativo apontado, reflete a preocupação com a comprovação da autoria das descobertas nas pesquisas desenvolvidas. Destaque-se aqui que esse parâmetro ganha relevância nos processos de inovação, ao garantir, por exemplo, os direitos da Fiocruz no desenvolvimento de novas tecnologias para o sistema de saúde.

Quanto ao arquivamento e backup seguros, parâmetros apontados na sequência de PI, observamos que os pesquisadores têm uma apreensão em relação à guarda dos dados, o que favorece a adesão a Cadernos Eletrônicos que garantam o armazenamento protegido.

Uma vez que a maior parte dos dados obtidos já está em formato digital, o parâmetro de integração de conteúdo digital foi fortemente apontado pelos pesquisadores, pela facilidade em incorporar os dados aos cadernos eletrônicos de laboratório.

A análise compreendida não exclui outros critérios ou necessidades para adoção de registro em caderno eletrônico, mas chama a atenção para os aspectos condicionantes que podem ser os principais motivadores à disposição para a mudança.

Essa resposta exploratória traça apenas um percurso inicial, e aponta a pertinência de consolidar expertises multidisciplinares na Fiocruz para promover a motivação necessária ao apresentar uma nova tecnologia – os ELN - para lidar com os dados de pesquisa.

Portanto, na análise do protagonismo dos dados de pesquisa e, em que pesem as políticas de inovação preconizadas no último Congresso Interno da Fiocruz, os esforços institucionais de progressão da infraestrutura tecnológica e a disseminação continuada das boas práticas de documentação, o cenário de avanço parece lento para a incorporação de Cadernos Eletrônicos de Laboratório, sugerindo que seja empreendida uma governança de dados e uma política que aprimore o registro detalhado das etapas experimentais como praxis para a integridade e a confiabilidade dos resultados produzidos.

Estratégias para institucionalização de cadernos eletrônicos de laboratório

Este trabalho levantou conhecimentos sobre os Cadernos Eletrônicos de Laboratório na Fiocruz, as principais necessidades dos pesquisadores para adotá-los e os maiores desafios. Ainda apontou lacunas para a adoção dessas ferramentas como instrumentos tecnológicos para o registro e guarda dos dados de pesquisa.

Não evidenciamos muitas iniciativas de implementação de ELN na instituição, mesmo com a conclusão de que os dados produzidos nos laboratórios são predominantemente digitais, sendo a tecnologia um elemento de convergência entre as contemporâneas geração e registro de informações.

Com o alcance do objetivo geral, conseguimos que os pesquisadores priorizassem os parâmetros necessários em softwares ELN. Essa comparação técnica serve como um indicador para os critérios de adoção do ELN com base nas necessidades institucionais.

Dentre as lacunas que precisam ser superadas para uma estratégia de institucionalização, estão, como já citado, a formação de um grupo multidisciplinar que integre atores das áreas de Gestão da Qualidade, Inovação Tecnológica, Gestão e Compartilhamento de dados, Pesquisa e Tecnologia de Informação e Comunicação, aos quais caiba a responsabilidade de selecionar softwares ELN, coordenar projetos pilotos de testagem de Cadernos Eletrônicos e identificar iniciativas na Fiocruz de uso dessas ferramentas.

Outro ponto elementar para uma abordagem futura mais ampliada e difundida na Fiocruz é a dedicação de recursos financeiros para a adoção dos cadernos. Mesmo que aconteça uma seleção por softwares gratuitos, existem custos que precisarão ser aplicados para adesão aos ELN, como servidores de armazenamento físicos e/ou em nuvem e profissionais para capacitação, suporte, manutenção e preservação digital.

Não há profissional que seja dispensável para a implementação de ELN, mas especialistas em Tecnologia da Informação certamente são os profissionais que precisarão atravessar todo o caminho percorrido para a adoção dos Cadernos Eletrônicos, desde a seleção até o suporte permanente. Há então que dedicar um grupo de TIC que deverá ser protagonista e fundamental para o sucesso do uso dos ELN na Fiocruz.

Mais um fator que precisa ser considerado está na resistência à migrar da prática de registro secular, em papel, para a tecnológica, que envolve desafios do próprio software, na confiança com o modelo de guarda dos dados e em possíveis instabilidades, que podem ser inerentes ao tipo de tecnologia. Portanto, a sensibilização para a mudança precisa elucidar as notáveis vantagens e possibilidades do registro eletrônico.

Por fim, monitorar os avanços e os desafios encontrados no percurso de uso de Cadernos Eletrônicos de Laboratório na instituição e em outras instituições públicas de pesquisa podem levantar elementos importantes na incorporação definitiva de ELN na Fiocruz.

REFERÊNCIAS

- ANTES, A. L.; KUYKENDALL, A.; DUBOIS, J. M. The lab management practices of “Research Exemplars” that foster research rigor and regulatory compliance: A qualitative study of successful principal investigators. **PLOS ONE**, v. 14, n. 4, p. e0214595, 24 abr. 2019.
- BADIOLA, K. A. et al. Experiences with a researcher-centric ELN. **Chemical Science**, v. 6, n. 3, p. 1614–1629, 16 fev. 2015.
- BAKER, M. How quality control could save your science. **Nature News**, v. 529, n. 7587, p. 456, 28 jan. 2016.
- BARGAJE, C. Good documentation practice in clinical research. **Perspectives in Clinical Research**, v. 2, n. 2, p. 59, jun. 2011.
- BEATO, B. et al. **Going paperless: implementing an electronic laboratory notebook in a bioanalytical laboratory**. Disponível em: <<https://www.future-science.com/doi/abs/10.4155/bio.11.117>>. Acesso em: 1 fev. 2020.
- BUSS, P. M.; GADELHA, P. Fundação Oswaldo Cruz: experiência centenária em biologia e saúde pública. **São Paulo em Perspectiva**, v. 16, n. 4, p. 73–83, out. 2002.
- CAVALCANTI, A. P. P. Programas de promoção de pesquisa PDTIS e PPT na Fiocruz: desafios para a pesquisa translacional. 2019.
- CLINIO, A. **Novos cadernos de laboratório e novas culturas epistêmicas: entre a política do experimento e o experimento da política**. preprint—[s.l.] Thesis Commons, 26 dez. 2018.
- CORREIA, C. V. DE S. R. et al. Pesquisa translacional no Brasil: temas de pesquisa e sua aderência à Agenda do SUS. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 75–86, 10 fev. 2020.
- COSTA, L. S. Innovation in healthcare services: notes on the limits of field research. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. suppl 2, 2016.
- DECROP, A. BIBLIOGRAPHIE: Qualitative Research Practice a Guide for Social Science Students and Researchers. **Recherche et Applications en Marketing (French Edition)**, v. 19, n. 2, p. 2–3, 1 jun. 2004.
- DIRNAGL, U. et al. Quality management for academic laboratories: burden or boon? **EMBO reports**, v. 19, n. 11, p. e47143, 1 nov. 2018.
- DIRNAGL, U.; PRZESDZING, I. A pocket guide to electronic laboratory notebooks in the academic life sciences. **F1000Research**, v. 5, p. 2, 4 jan. 2016.
- DOWNIE, ~ ALASTAIR. **Thoughts on Electronic Research Notebooks as a national service for the academic community.IT and Research Data Management in the Gurdon Institute**, 2 dez. 2019. Disponível em: <<https://gurdoncomputing.blog/2019/12/02/thoughts-on-electronic-research-notebooks-as-a-national-service-for-the-academic-community/>>. Acesso em: 23 fev. 2020
- DRUCKER, P. **A Nova Era da Administração**. São Paulo: Pioneira, 1992.

FAPESP. **Plano de Gestão de Dados - FAPESP**. Disponível em: <<http://fapesp.br/gestaode-dados/>>.

FEDERER, L. M. et al. Biomedical Data Sharing and Reuse: Attitudes and Practices of Clinical and Scientific Research Staff. **PLoS One**, v. 10, n. 6, p. e0129506, 2015.

FIOCRUZ. **Relatório Final do VIII Congresso Interno**, 2018. Disponível em: <<https://congressointerno.fiocruz.br/sites/congressointerno.fiocruz.br/files/documentos/VII%20Congresso%20Interno%20-%20Relat%C3%B3rio%20Final%202014.pdf>>

FIOCRUZ. **Relatório 2018. Vice-Presidência de Pesquisa e Coleções Biológicas**, 2019. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/relatorio_vppcb_2018.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2020

FIOCRUZ. Presidência. Vice-presidência de Ensino, Informação e Comunicação. Política de gestão, compartilhamento e abertura de dados para pesquisa: princípios e diretrizes. Rio de Janeiro, 2020. 19 p.

FORCE11. **Guiding Principles for Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable Data Publishing version b1.0**. Disponível em: <<https://www.force11.org/fairprinciples>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

GATES, R. S.; MCLEAN, M. J.; OSBORN, W. A. Smart Electronic Laboratory Notebooks for the NIST Research Environment. **Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology**, v. 120, p. 293, dez. 2015.

GERLACH, B.; UNTUCHT, C.; STEFAN, A. **Electronic Lab Notebooks and Experimental Design Assistants** (A. Bespalov, M. C. Michel, T. Steckler, Eds.) **Good Research Practice in Non-Clinical Pharmacology and Biomedicine** ChamSpringer International Publishing, , 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/164_2019_287>

GLASZIOU, P. et al. Reducing waste from incomplete or unusable reports of biomedical research. **The Lancet**, v. 383, n. 9913, p. 267–276, 18 jan. 2014.

GROUP, H. L. M. A. R. D. M. W. Electronic Lab Notebook Comparison Matrix. 19 maio 2021.

GUERRERO, S. et al. Analysis and Implementation of an Electronic Laboratory Notebook in a Biomedical Research Institute. **PLoS ONE**, v. 11, n. 8, 1 ago. 2016.

GUERRERO, S. et al. A quick guide for using Microsoft OneNote as an electronic laboratory notebook. **PLoS Computational Biology**, v. 15, n. 5, 9 maio 2019.

GUIMARÃES, R. Pesquisa em saúde no Brasil: contexto e desafios. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. SPE, p. 3–10, ago. 2006.

GUIMARÃES, R. et al. Política de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 881–886, mar. 2019.

HARVARD UNIVERSITY. Harvard Biomedical Data Management. Best practices & support services for research data lifecycles. 2020.

KANZA, S. et al. Electronic lab notebooks: can they replace paper? **Journal of Cheminformatics**, v. 9, n. 1, p. 31, 24 maio 2017.

KIHLÉN, M.; WALIGORSKI, M. Electronic lab notebooks -- a crossroads is passed. **Drug Discovery Today**, v. 8, n. 22, p. 1007–1009, 15 nov. 2003.

KLOECKNER, F. et al. Development of a prediction model on the acceptance of electronic laboratory notebooks in academic environments. **Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik**, v. 59, n. 2, p. 95–102, 2013.

KWOK, R. How to pick an electronic laboratory notebook. **Nature**, v. 560, n. 7717, p. 269–270, ago. 2018.

LASS, B. **Implementing Electronic Lab Notebooks Part 6**. Disponível em: <<https://www.rdworldonline.com/implementing-electronic-lab-notebooks-part-6/>>. Acesso em: 24 fev. 2020.

LASS, B. **eBook: Implementing Electronic Lab Notebooks - National Health Executive Research Library**. Disponível em: <<http://research.nationalhealthexecutive.com/content17596>>. Acesso em: 23 fev. 2020.

LUZ, P. L. MEDICINA TRANSLACIONAL - NOVA FRONTEIRA. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 28, n. 1, p. 14–19, 15 mar. 2018.

MACHINA, H. K.; WILD, D. J. Electronic Laboratory Notebooks Progress and Challenges in Implementation: **Journal of Laboratory Automation**, 16 abr. 2013.

MUNAFÒ, M. R. et al. A manifesto for reproducible science. **Nature Human Behaviour**, v. 1, n. 1, p. 1–9, 10 jan. 2017.

NUSSBECK, S. Y. et al. The laboratory notebook in the 21st century. **EMBO reports**, v. 15, n. 6, p. 631–634, 1 jun. 2014.

PIC/S, P. I. C. P. I. C.-O. SCHEME. **GOOD PRACTICES FOR DATA MANAGEMENT AND INTEGRITY IN REGULATED GMP/GDP ENVIRONMENTS**, 30 nov. 2018. Disponível em: <<https://picscheme.org/docview/2342>>. Acesso em: 24 jul. 2020

RILEY, E. M.; HATTAWAY, H. Z.; FELSE, P. A. Implementation and use of cloud-based electronic lab notebook in a bioprocess engineering teaching laboratory. **Journal of Biological Engineering**, v. 11, n. 1, p. 40, 24 nov. 2017.

RILEY, J. **Understanding Metadata: What is Metadata, and What is it For?** Disponível em: <<https://www.niso.org/publications/understanding-metadata-2017>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

ROCHA, L. D. L.; SALES, L. F.; SAYÃO, L. F. USO DE CADERNOS ELETRÔNICOS DE LABORATÓRIO PARA AS PRÁTICAS DE CIÊNCIA ABERTA E PRESERVAÇÃO DE DADOS DE PESQUISA. **PontodeAcesso**, v. 11, n. 3, p. 2, 9 jan. 2018.

ROCHA, L. DE L.; SALES, L. F.; SAYÃO, L. F. USO DE CADERNOS ELETRÔNICOS DE LABORATÓRIO PARA AS PRÁTICAS DE CIÊNCIA ABERTA E PRESERVAÇÃO DE DADOS DE PESQUISA. **PontodeAcesso**, v. 11, n. 3, p. 2–16, 2017.

RUBACHA, M.; RATTAN, A. K.; HOSSELET, S. C. A Review of Electronic Laboratory Notebooks Available in the Market Today. **JALA: Journal of the Association for Laboratory Automation**, v. 16, n. 1, p. 90–98, 1 fev. 2011a.

RUBACHA, M.; RATTAN, A. K.; HOSSELET, S. C. A Review of Electronic Laboratory Notebooks Available in the Market Today. **JALA: Journal of the Association for Laboratory Automation**, v. 16, n. 1, p. 90–98, 1 fev. 2011b.

RUDOLPHI, F.; GOOSSEN, L. J. Electronic Laboratory Notebook: The Academic Point of View. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 52, n. 2, p. 293–301, 27 fev. 2012.

SALES, L. F.; SAYÃO, L. F. A CIÊNCIA INVISÍVEL: REVELANDO OS DADOS DA CAUDA LONGA DA PESQUISA. **ResearchGate**, v. Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, n. XIX ENANCIB, 2018, 2018.

SANTOS, Paula Xavier (Coord.). Livro Verde - Ciência aberta e dados abertos: mapeamento e análise de políticas, infraestruturas e estratégias em perspectiva nacional e internacional. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2017. 141 p.

SANTOS, P. R. E. DOS; BORGES, R. S.; LOURENÇO, F. DOS S. Documentos de arquivo produzidos pela atividade científica: uma análise dos cadernos de laboratório do Instituto Oswaldo Cruz. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 26, n. 3, p. 1013–1025, set. 2019.

SAYÃO, L. F.; SALES, L. F. Curadoria digital: um novo patamar para preservação de dados digitais de pesquisa. **Informação & Sociedade: Estudos**, v. 22, n. 3, 22 out. 2012.

SAYÃO, L. F.; SALES, L. F. Dados abertos de pesquisa: ampliando o conceito de acesso livre. p. 17, 2014.

SAYÃO, L. F.; SALES, L. F. **Guia de gestão de dados de pesquisa para bibliotecários e pesquisadores**. [s.l.] Instituto de Engenharia Nuclear, 2015.

SAYÃO, L. F.; SALES, L. F. SUBSÍDIOS PARA A CONTRUÇÃO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO DE DADOS DE PESQUISA. **PontodeAcesso**, v. 12, n. 3, p. 80–108, 2018.

SCHIERMEIER, Q. Data management made simple. **Nature**, v. 555, n. 7696, p. 403–405, 15 2018.

SCHNELL, S. Ten Simple Rules for a Computational Biologist's Laboratory Notebook. **PLOS Computational Biology**, v. 11, n. 9, p. e1004385, 10 set. 2015.

SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARY ONLINE. Princípios reitores FAIR publicados em periódico do Nature Publishing Group [online]. v. Scielo em Perspectiva, 2016.

Share your lab notes. **Nature**, v. 447, n. 7140, p. 1–2, maio 2007.

SHOUP, R. E. et al. Implementation of an electronic laboratory notebook to accelerate data review in bioanalysis. **Bioanalysis**, v. 5, n. 13, p. 1677–1689, 1 jul. 2013.

SINDUSFARMA_Manual_Integridade_de_Dados-1.pdf, [s.d.]. Disponível em: <https://www.farmaceuticas.com.br/wp-content/uploads/2017/10/SINDUSFARMA_Manual_Integridade_de_Dados-1.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2020

SYDOR, J.; KIM, G. Are we ready for the evolution of electronic laboratory notebooks in regulated bioanalysis? **Bioanalysis**, v. 9, n. 16, p. 1203–1205, 1 ago. 2017.

TACHIBANA, C. **The paperless lab**. Disponível em: <<https://www.sciencemag.org/features/2014/07/paperless-lab>>. Acesso em: 24 fev. 2020.

TAYLOR, K. T. The status of electronic laboratory notebooks for chemistry and biology. **Current Opinion in Drug Discovery & Development**, v. 9, n. 3, p. 348–353, maio 2006.

TIGRE, P. Gestão da Inovação. p. 300, 2006.

UK DATA SERVICE. Manage data. 2020.

VEIGA, V. S. DE O. et al. Plano de gestão de dados FAIR: uma proposta para a Fiocruz. 2019.

VOEGELE, C. et al. A universal open-source Electronic Laboratory Notebook. **Bioinformatics**, v. 29, n. 13, p. 1710–1712, 1 jul. 2013.

WALSH, E.; CHO, I. Using Evernote as an Electronic Lab Notebook in a Translational Science Laboratory. **Journal of Laboratory Automation**, v. 18, n. 3, p. 229–234, 1 jun. 2013.

WHO. **Práticas de Qualidade na Pesquisa Biomédica Básica**. Belo Horizonte: CPqRR: [s.n.].

WHYTE, A.; TEDDS, J. **Making the case for research data management**DCC Briefing Papers. Edinburgh: Digital Curation Center, , 1 set. 2011. Disponível em: </resources/briefing-papers>. Acesso em: 24 jul. 2020

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

WRIGHT, J. M. Make it better but don't change anything. **Automated Experimentation**, v. 1, n. 1, p. 5, 19 nov. 2009.

APÊNDICE A - MATRIZ DO ELECTRONIC LAB NOTEBOOK, LONGWOOD MEDICAL AND ACADEMIC AREA (LMA) , HARVARD

Características	Especificações				
	Arxspan	Benchling	BIOVIA	Chemotion	Confluence
Interatividade					
Funções de pesquisa podem pesquisar entre formatos de arquivo e erros de digitação	Sim	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Capacidade de manipular arquivos e imagens	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Suporte para múltiplas janelas abertas	Sim	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Capacidade de vincular/ linkar	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações
Suporte à documentação do pesquisador					
Suporte a hiperlink	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Criação de metadados	Não	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Não
Gerenciamento de direitos (licenciamento)	Sim	Não	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Integração de protocolos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Adaptabilidade aos fluxos de trabalho do laboratório					
Níveis de permissão/ contas	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações
Compartilhamento interno de dados	Sim	Sim	Mais informações	Sim	Mais informações
Adaptável a uma variedade de fluxos de trabalho	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Mais informações
Compatibilidade com ferramentas de autoria	Mais informações	Sim	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Compatível com Windows	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Compatível com Macintosh	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Linux	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Compatível com Android	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com iOS	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Armazenamento					
Armazenamento em nuvem	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não	Não
Armazenamento local	Mais informações	Não	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Armazenamento híbrido (nuvem/ local)	Sim	Não	Nenhuma resposta recebida	Não	Não
Versionamento	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Redundância de arquivo	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Mais informações
Cria URLs estáveis ou identificadores persistentes para entradas	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Os usuários não registrados podem acessar os dados encontrados em links persistentes?	Não	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim
Capacidade de armazenamento - usuários	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Capacidade de armazenamento - Tamanho máximo do arquivo	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Hospedagem					
Nuvem	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não	Não
Local	Não	Não	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Híbrido	Sim	Não	Nenhuma resposta recebida	Não	Não
Suporte de Tecnologia de Informação					
Treinamento	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Documentação	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Migração de dados de outros sistemas (migração recebida)	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Não
Compatibilidade com repositório de dados	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Não
Estratégias de saída (migração de saída)	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Não
Opções de recuperação	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Login único (ID institucional)	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Número de instalações por instituição	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Uso por múltiplos clientes	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Número de usuários registrados de Harvard/HMS	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Outros usuários de ensino superior	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Segurança					
Níveis de segurança	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Backdoor accessibility	Nenhuma resposta recebida	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Outros					
Esforços de ciência aberta/ dados abertos	Nenhuma resposta recebida	Não	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Nenhuma resposta recebida
Academicamente orientado	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Sim	Não
Custo (por usuário)	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Nenhuma resposta recebida
Entrada por voz/ ditado	Mais informações	Não	Nenhuma resposta recebida	Não	Não
Entrada de dados	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Níveis de serviço	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Integrações de plataformas	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida

Características	Especificações				
	Docollab	eLabNote	eLabFTW	eLabJournal	ELOG
Interatividade					
Funções de pesquisa podem pesquisar entre formatos de arquivo e erros de digitação	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Capacidade de manipular arquivos e imagens	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Mais informações
Suporte para múltiplas janelas abertas	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Capacidade de vincular/ linkar	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Suporte à documentação do pesquisador					
Suporte a hiperlink	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Criação de metadados	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não	Não	Sim
Gerenciamento de direitos (licenciamento)	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim	Mais informações
Integração de protocolos	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Adaptabilidade aos fluxos de trabalho do laboratório					
Níveis de permissão/ contas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compartilhamento interno de dados	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Adaptável a uma variedade de fluxos de trabalho	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Compatibilidade com ferramentas de autoria	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim	Não
Compatível com Windows	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Macintosh	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Linux	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Compatível com Android	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Compatível com iOS	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Armazenamento					
Armazenamento em nuvem	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Armazenamento local	Não	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Armazenamento híbrido (nuvem/ local)	Não	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim	Não
Versionamento	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Mais informações
Redundância de arquivo	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Mais informações
Cria URLs estáveis ou identificadores persistentes para entradas	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Os usuários não registrados podem acessar os dados encontrados em links persistentes?	Não	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Não
Capacidade de armazenamento - usuários	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Capacidade de armazenamento - Tamanho máximo do arquivo	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Hospedagem					
Nuvem	Sim	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Sim	Não
Local	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Híbrido	Sim	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Sim	Não
Suporte de Tecnologia de Informação					
Treinamento	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Não	Mais informações	Não
Documentação	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Migração de dados de outros sistemas (migração recebida)	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Compatibilidade com repositório de dados	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Estratégias de saída (migração de saída)	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Mais informações
Opções de recuperação	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Mais informações
Login único (ID institucional)	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Mais informações
Número de instalações por instituição	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Uso por múltiplos clientes	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Número de usuários registrados de Harvard/HMS	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Outros usuários de ensino superior	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida
Segurança					
Níveis de segurança	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Backdoor accessibility	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não	Nenhuma resposta recebida	Sim
Outros					
Esforços de ciência aberta/ dados abertos	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Academicamente orientado	Sim	Mais informações	Sim	Sim	Sim
Custo (por usuário)	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Entrada por voz/ ditado	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim	Não
Entrada de dados	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Mais informações
Níveis de serviço	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações
Integrações de plataformas	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Mais informações

Características	Especificações				
	Evernote	Exemplar	Findings	IDBS	LabArchives
Interatividade					
Funções de pesquisa podem pesquisar entre formatos de arquivo e erros de digitação	Mais informações				
Capacidade de manipular arquivos e imagens	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Suporte para múltiplas janelas abertas	Sim	Mais informações	Mais informações	Sim	Sim
Capacidade de vincular/ linkar	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Suporte à documentação do pesquisador					
Suporte a hiperlink	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Criação de metadados	Não	Mais informações	Não	Sim	Sim
Gerenciamento de direitos (licenciamento)	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Integração de protocolos	Mais informações	Mais informações	Sim	Sim	Sim
Adaptabilidade aos fluxos de trabalho do laboratório					
Níveis de permissão/ contas	Sim	Mais informações	Mais informações	Sim	Sim
Compartilhamento interno de dados	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim
Adaptável a uma variedade de fluxos de trabalho	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim
Compatibilidade com ferramentas de autoria	Nenhuma resposta recebida	Sim	Não	Mais informações	Sim
Compatível com Windows	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Compatível com Macintosh	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Linux	Nenhuma resposta recebida	Sim	Não	Sim	Sim
Compatível com Android	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Compatível com iOS	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Armazenamento					
Armazenamento em nuvem	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Armazenamento local	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Armazenamento híbrido (nuvem/ local)	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Não	Sim
Versionamento	Mais informações				
Redundância de arquivo	Nenhuma resposta recebida	Sim	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Sim
Cria URLs estáveis ou identificadores persistentes para entradas	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Os usuários não registrados podem acessar os dados encontrados em links persistentes?	Nenhuma resposta recebida	Não	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim
Capacidade de armazenamento - usuários	Mais informações				
Capacidade de armazenamento - Tamanho máximo do arquivo	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações
Hospedagem					
Nuvem	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Local	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Híbrido	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim	Não	Sim
Suporte de Tecnologia de Informação					
Treinamento	Mais informações				
Documentação	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Migração de dados de outros sistemas (migração recebida)	Nenhuma resposta recebida	Sim	Não	Sim	Sim
Compatibilidade com repositório de dados	Nenhuma resposta recebida	Sim	Não	Sim	Sim
Estratégias de saída (migração de saída)	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Mais informações	Mais informações
Opções de recuperação	Mais informações	Sim	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Login único (ID institucional)	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Número de instalações por instituição	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Uso por múltiplos clientes	Sim	Sim	Mais informações	Mais informações	Sim
Número de usuários registrados de Harvard/HMS	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Outros usuários de ensino superior	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Segurança					
Níveis de segurança	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Backdoor accessibility	Sim	Mais informações	Sim	Sim	Sim
Outros					
Esforços de ciência aberta/ dados abertos	Não	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Academicamente orientado	Não	Sim	Sim	Não	Sim
Custo (por usuário)	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações
Entrada por voz/ ditado	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Entrada de dados	Mais informações				
Níveis de serviço	Mais informações				
Integrações de plataformas	Mais informações				

Características	Especificações				
	LabCollector	LabGuru	LabLog	LabVantage	LabWare
Interatividade					
Funções de pesquisa podem pesquisar entre formatos de arquivo e erros de digitação	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Capacidade de manipular arquivos e imagens	Sim	Sim	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Suporte para múltiplas janelas abertas	Mais informações	Sim	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida
Capacidade de vincular/ linkar	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Suporte à documentação do pesquisador					
Suporte a hiperlink	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Criação de metadados	Mais informações	Não	Sim	Sim	Sim
Gerenciamento de direitos (licenciamento)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Integração de protocolos	Mais informações	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim
Adaptabilidade aos fluxos de trabalho do laboratório					
Níveis de permissão/ contas	Sim	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Não
Compartilhamento interno de dados	Sim	Sim	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida
Adaptável a uma variedade de fluxos de trabalho	Mais informações	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Compatibilidade com ferramentas de autoria	Mais informações	Não	Não	Nenhuma resposta recebida	Não
Compatível com Windows	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Macintosh	Sim	Sim	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida
Compatível com Linux	Sim	Sim	Sim	Não	Nenhuma resposta recebida
Compatível com Android	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Compatível com iOS	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Armazenamento					
Armazenamento em nuvem	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Armazenamento local	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Armazenamento híbrido (nuvem/ local)	Não	Não	Não	Não	Não
Versionamento	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Redundância de arquivo	Nenhuma informação provida	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Cria URLs e estáveis ou identificadores persistentes para entradas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Os usuários não registrados podem acessar os dados encontrados em links persistentes?	Mais informações	Sim	Não	Não	Não
Capacidade de armazenamento - usuários	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Sim	Mais informações
Capacidade de armazenamento - Tamanho máximo do arquivo	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Sim	Mais informações
Hospedagem					
Nuvem	Mais informações	Sim	Sim	Sim	Sim
Local	Mais informações	Sim	Sim	Sim	Sim
Híbrido	Mais informações	Não	Não	Não	Nenhuma resposta recebida
Suporte de Tecnologia de Informação					
Treinamento	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Documentação	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Migração de dados de outros sistemas (migração recebida)	Sim	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Compatibilidade com repositório de dados	Mais informações	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Estratégias de saída (migração de saída)	Mais informações	Sim	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Opções de recuperação	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Login único (ID institucional)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Número de instalações por instituição	Nenhuma informação recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Sim
Uso por múltiplos clientes	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim
Número de usuários registrados de Harvard/HMS	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Desconhecido	Mais informações	Nenhuma resposta recebida
Outros usuários de ensino superior	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida
Segurança					
Níveis de segurança	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Backdoor accessibility	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida
Outros					
Esforços de ciência aberta/ dados abertos	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Academicamente orientado	Sim	Sim	Mais informações	Não	Nenhuma resposta recebida
Custo (por usuário)	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Entrada por voz/ ditado	Mais informações	Não	Sim	Sim	Não
Entrada de dados	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Níveis de serviço	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Integrações de plataformas	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações

Características	Especificações				
	Labfolder	Labii	Labstep	MBook	OneNote
Interatividade					
Funções de pesquisa podem pesquisar entre formatos de arquivo e erros de digitação	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Capacidade de manipular arquivos e imagens	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Suporte para múltiplas janelas abertas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Capacidade de vincular/ linkar	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Suporte à documentação do pesquisador					
Suporte a hiperlink	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Criação de metadados	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Gerenciamento de direitos (licenciamento)	Sim	Sim	Mais informações	Não	Não
Integração de protocolos	Sim	Sim	Mais informações	Não	Não
Adaptabilidade aos fluxos de trabalho do laboratório					
Níveis de permissão/ contas	Sim	Sim	Mais informações	Sim	Nenhuma resposta recebida
Compartilhamento interno de dados	Sim	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Adaptável a uma variedade de fluxos de trabalho	Mais informações	Sim	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Compatibilidade com ferramentas de autoria	Sim	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Compatível com Windows	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Macintosh	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Linux	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Android	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com iOS	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Armazenamento					
Armazenamento em nuvem	Sim	Sim	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida
Armazenamento local	Sim	Mais informações	Não	Sim	Nenhuma resposta recebida
Armazenamento híbrido (nuvem/ local)	Sim	Mais informações	Mais informações	Não	Sim
Versionamento	Mais informações	Sim	Mais informações	Não	Mais informações
Redundância de arquivo	Sim	Sim	Não	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Cria URLs estáveis ou identificadores persistentes para entradas	Sim	Sim	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida
Os usuários não registrados podem acessar os dados encontrados em links persistentes?	Não	Sim	Mais informações	Não	Sim
Capacidade de armazenamento - usuários	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Capacidade de armazenamento - Tamanho máximo do arquivo	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações
Hospedagem					
Nuvm	Sim	Sim	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida
Local	Sim	Mais informações	Não	Sim	Nenhuma resposta recebida
Híbrido	Sim	Mais informações	Mais informações	Não	Nenhuma resposta recebida
Suporte de Tecnologia de Informação					
Treinamento	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Documentação	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Migração de dados de outros sistemas (migração recebida)	Sim	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Compatibilidade com repositório de dados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estratégias de saída (migração de saída)	Mais informações	Sim	Mais informações	Sim	Mais informações
Opções de recuperação	Mais informações	Sim	Mais informações	Não	Mais informações
Login único (ID institucional)	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Número de instalações por instituição	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Uso por múltiplos clientes	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Número de usuários registrados de Harvard/HMS	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida
Outros usuários de ensino superior	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Segurança					
Níveis de segurança	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Backdoor accessibility	Sim	Não	Sim	Mais informações	Sim
Outros					
Esforços de ciência aberta/ dados abertos	Mais informações	Mais informações	Sim	Não	Mais informações
Academicamente orientado	Sim	Mais informações	Sim	Sim	Nenhuma resposta recebida
Custo (por usuário)	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida
Entrada por voz/ ditado	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Entrada de dados	Mais informações	Sim	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Níveis de serviço	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Integrações de plataformas	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações

Características	Especificações				
	OpenWetWare	OSF	PerkinElmer Signals	Pillar Science	RSpace
Interatividade					
Funções de pesquisa podem pesquisar entre formatos de arquivo e erros de digitação	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Capacidade de manipular arquivos e imagens	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Sim	Mais informações	Mais informações
Suporte para múltiplas janelas abertas	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Capacidade de vincular/ linkar	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Suporte à documentação do pesquisador					
Suporte a hiperlink	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Criação de metadados	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Gerenciamento de direitos (licenciamento)	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Integração de protocolos	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Adaptabilidade aos fluxos de trabalho do laboratório					
Níveis de permissão/ contas	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Compartilhamento interno de dados	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Adaptável a uma variedade de fluxos de trabalho	Nenhuma resposta recebida	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações
Compatibilidade com ferramentas de autoria	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Compatível com Windows	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Macintosh	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com Linux	Nenhuma resposta recebida	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim
Compatível com Android	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatível com iOS	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Armazenamento					
Armazenamento em nuvem	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Armazenamento local	Nenhuma resposta recebida	Não	Não	Sim	Sim
Armazenamento híbrido (nuvem/ local)	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim	Sim	Sim
Versionamento	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Sim	Mais informações
Redundância de arquivo	Nenhuma resposta recebida	Sim	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações
Cria URLs estáveis ou identificadores persistentes para entradas	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Os usuários não registrados podem acessar os dados encontrados em links persistentes?	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Capacidade de armazenamento - usuários	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Capacidade de armazenamento - Tamanho máximo do arquivo	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Hospedagem					
Nuvem	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Local	Nenhuma resposta recebida	Não	Não	Sim	Sim
Híbrido	Nenhuma resposta recebida	Não	Não	Sim	Sim
Suporte de Tecnologia de Informação					
Treinamento	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Documentação	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Migração de dados de outros sistemas (migração recebida)	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Compatibilidade com repositório de dados	Nenhuma resposta recebida	Sim	Não	Sim	Sim
Estratégias de saída (migração de saída)	Nenhuma resposta recebida	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Opções de recuperação	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Login único (ID institucional)	Nenhuma resposta recebida	Sim	Sim	Sim	Sim
Número de instalações por instituição	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Uso por múltiplos clientes	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações	Sim	Sim
Número de usuários registrados de Harvard/HMS	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Não	Mais informações
Outros usuários de ensino superior	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Sim	Mais informações
Segurança					
Níveis de segurança	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Backdoor accessibility	Nenhuma resposta recebida	Não	Sim	Não	Sim
Outros					
Esforços de ciência aberta/ dados abertos	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Academicamente orientado	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Custo (por usuário)	Mais informações	Mais informações	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações
Entrada por voz/ ditado	Nenhuma resposta recebida	Não	Não	Sim	Sim
Entrada de dados	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Níveis de serviço	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações
Integrações de plataformas	Nenhuma resposta recebida	Mais informações	Mais informações	Mais informações	Mais informações

APÊNDICE B - TCLE E ROTEIRO DE QUESTIONÁRIO SEMI-ESTRUTURADO

CADERNOS ELETRÔNICOS DE LABORATÓRIO COMO INSTRUMENTO DE SINERGIA, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE CIENTÍFICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “**Cadernos Eletrônicos de Laboratório como Instrumento de Sinergia, Inovação e Sustentabilidade Científica**”, desenvolvida por **Alice Paula Di Sabatino Guimarães**, discente de Mestrado Profissional em Saúde Pública de Política e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação em saúde da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ), sob orientação das Professoras Dra. Laís Silveira Costa (ENSP/Fiocruz) e Dra. Renata Almeida de Souza (Presidência/Fiocruz).

O objetivo central do estudo é propor parâmetros para a construção e/ou uso de soluções existentes de Caderno Eletrônico de Laboratório que atendam às necessidades dos laboratórios de pesquisa inseridos no Programa de Pesquisa Translacional da Fiocruz.

O convite à sua participação se deve a sua inserção como coordenador(a) de projeto em um Programa de Pesquisa Translacional da Fiocruz.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, a sua participação é muito importante para a execução da pesquisa.

A sua participação consistirá em responder perguntas de um questionário semi-estruturado, ao pesquisador do projeto. Esse questionário tem por finalidade compreender as necessidades para o uso de um Caderno Eletrônico de Laboratório e as possíveis limitações ao uso. O tempo estimado para responder ao questionário é de 5 a 10 minutos.

Para assegurar a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas serão tomadas as seguintes medidas: apenas o pesquisador responsável pela pesquisa e seus orientadores, que se comprometem com o dever de sigilo e confidencialidade, terão acesso a seus dados e a todos os demais dados decorrentes dessa pesquisa, e não farão uso destas informações para outras finalidades.

Qualquer dado que possa identificar seu nome será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e as informações coletadas serão armazenadas em arquivos digitais, em local seguro. Contudo, dado ao universo limitado de participantes do Programa de Pesquisa Translacional, há o risco mínimo de identificação indireta do participante (Resolução CNS 510/16, art.17.II e art. 20), dessa forma, qualquer dado que possa identificá-lo na divulgação dos resultados, será mitigado por meio de codificação ou agregação de informações, de modo a preservar sua identidade. Outro potencial risco, é a possibilidade de constrangimento em relação a alguma pergunta feita no decorrer do questionário. Caso isso ocorra, você deve sentir-se à vontade para não responder e interromper sua participação a qualquer momento. Adicionalmente, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar ao pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados neste Termo.

Esta pesquisa não prevê nenhum benefício direto ao participante. Entretanto, o resultado dessa pesquisa poderá trazer benefícios institucionais contribuindo para a ampliação do conhecimento sobre os procedimentos dos pesquisadores no registro dos dados de pesquisa, de modo a evidenciar práticas, necessidades e lacunas que acontecem nesta atividade. Ainda como benefício institucional desta pesquisa, espera-se elucidar qual a melhor aplicação de Cadernos Eletrônicos de Laboratório para apoiar o registro dos dados na pesquisa biomédica que consiga suprir a heterogeneidade da atividade de pesquisa biomédica na Fiocruz.

Os participantes receberão, por e-mail, os dados tabulados referentes às respostas informadas nesta pesquisa, não identificando os respondentes. Quanto a sua divulgação, as informações e os resultados obtidos por meio desta pesquisa poderão ser divulgados na dissertação do pesquisador e em possíveis artigos científicos ou apresentações em congressos, respeitando a confidencialidade e a privacidade.

Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resoluções do CNS nº 466/12 e nº 510/16 e, com o fim deste prazo, será descartado.

O consentimento será considerado quando você enviar o questionário online preenchido ao pesquisador responsável pela pesquisa. Você deverá guardar uma cópia do documento, podendo imprimi-lo ou arquivá-lo (ou fazer captura de tela) para que fique com o registro dos contatos do pesquisador e do CEP.

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ENSP. O Comitê é formado por um grupo de pessoas que têm por objetivo defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e assim, contribuir para que sejam seguidos padrões éticos na realização de pesquisas. Telefone e Fax do CEP/ENSP: (21) 2598-2863 / E-mail: cep@ensp.fiocruz.br. / Site: <http://www.ensp.fiocruz.br/etica> / Endereço: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca/ FIOCRUZ, Rua Leopoldo Bulhões, 1480 –Térreo - Manguinhos - Rio de Janeiro – RJ - CEP: 21041-210. Horário de atendimento ao público: das 9h às 16h.

Pesquisadora responsável: Alice Paula Di Sabatino Guimarães / Mestranda ENSP/Fiocruz

E-mail: alice.guimaraes@fiocruz.br

Endereço Institucional: Fiocruz Rondônia - Rua da Beira, 7671 – BR-364 Km 3,5 – Bairro Lagoa, Porto Velho – RO 76812-245 Tel. (69) 3219-6003/ (69) 3219-6000

Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa intitulada “**Cadernos Eletrônicos de Laboratório como Instrumento de Sinergia, Inovação e Sustentabilidade Científica**” e concordo em participar. O envio do questionário preenchido ao pesquisador ratifica a minha concordância.

QUESTIONÁRIO

I- PERFIL

1) Qual é sua idade?

__ __ anos

2) Você coordena projeto (s) dentro de qual(is) Programa(s) de Pesquisa Translacional?

- () Programa de Pesquisa Translacional com Biologia Sintética (Fio-Biosin)
- () Programa de Pesquisa Translacional com Nanotecnologia (Fio-Nano)
- () Programa de Pesquisa Translacional com Redes Ômicas e Computação Científica em Saúde e Ambiente (Fio-Rocc)
- () Programa de Pesquisa Translacional em Câncer (Fio-Câncer)

- Programa de Pesquisa Translacional em Doença de Chagas (Fio-Chagas)
- Programa de Pesquisa Translacional em Doenças do Metabolismo (Fio-Metabol)
- Programa de Pesquisa Translacional em Doenças Emergentes, inicialmente com foco em Arboviroses (Fio-Emerge)
- Programa de Pesquisa Translacional em Doenças Neurológicas (Fio-Neuro)
- Programa de Pesquisa Translacional em Esquistossomose (Fio-Schisto)
- Programa de Pesquisa Translacional em Leishmaniose (Fio-Leish)
- Programa de Pesquisa Translacional em Tuberculose e outras micobacterioses (Fio-Tb)
- Programa de Pesquisa Translacional em Promoção da Saúde (Fio-PromoS)

3) No seu trabalho, você utiliza computadores? (Marque apenas uma resposta)

- Não
- Diariamente
- Semanalmente
- Mensalmente

4) Como você avalia sua habilidade em computação? (Marque apenas uma resposta)

- Avançado (Tenho conhecimento em linguagens de programação).
- Intermediário (Utilizo funções avançadas de programas).
- Moderado (faço uso principalmente de programas de texto e planilhas).
- Aprendiz ou novato com computadores.

II- COLETA E REGISTROS DE DADOS NA PESQUISA

5) Na condução das suas pesquisas, como você caracteriza a maior parte dos ensaios nas suas pesquisas? (Marque apenas uma resposta)

- Protocolos padronizados na literatura científica.
- Protocolos, que a despeito de padronizados, foram adaptados pelo meu grupo.
- Protocolos não padronizados.

6) Marque os tipos de dados que são coletados ou produzidos na sua pesquisa (É permitido marcar mais de uma opção).

DADOS OBSERVACIONAIS (Dados obtidos por meio de observações diretas, que podem ser associadas a lugares e tempo específicos).

DADOS COMPUTACIONAIS (Resultados da execução de modelos computacionais ou de simulações).

DADOS EXPERIMENTAIS (Dados provenientes de situações controladas em laboratórios).

7) Parte dos resultados da sua pesquisa é gerenciada e analisada por softwares específicos?

Sim. Pode listar algum(ns) do(s) software(s)? _____

Não.

8) Você já enfrentou problemas para a manutenção dos dados das suas pesquisas?

SIM.

8.1. Quais problemas?

Falta de Rastreabilidade

Perda de informações

Registros incorretos ou ilegíveis

Outros (opcional) _____

NÃO

9) Utiliza ou já utilizou algum repositório de dados de pesquisa?

SIM. Qual? _____

NÃO.

10) Você acredita que a utilização do repositório ou uma ferramenta que crie links para estes repositórios pode te auxiliar na manutenção dos dados de pesquisa?

SIM

NÃO

III – CADERNOS ELETRÔNICOS DE LABORATÓRIO

Os Cadernos Eletrônicos de Laboratório são softwares dedicados ao registro primário de dados de pesquisa.

11) Você conhece um Caderno Eletrônico de Laboratório (ELN)?

- SIM
 NÃO

12) Você já utilizou algum ELN?

- SIM
 NÃO

As questões (12.1, 12.2 e 12.3 são direcionados apenas para itens respondidos como SIM na pergunta nº 12.

12.1) Qual ELN utiliza/ utilizou?

12.2) Por qual(is) motivo(s) você decidiu utilizar um ELN

12.3) Qual(is) característica(s) de um ELN que você considera como um fator de escolha da ferramenta eletrônica? _____

12.4) Ainda utiliza o ELN?

- SIM
 NÃO

A questão 12.4.1 será direcionada apenas para participante que responder NÃO à pergunta 12.4

12.4.1) Por que deixou de utilizar?

IV- RECURSOS DE CADERNOS ELETRÔNICOS DE LABORATÓRIO

Mesmo que você nunca tenha utilizado um ELN, uma lista de recursos potenciais está descrita a seguir.

13) Utilizando uma escala de 0 a 5, onde 0 é MENOS IMPORTANTE e 5 MAIS IMPORTANTE, pontue como você considera os recursos a seguir para um ELN.

- 1. Capacidade de colaboração, com compartilhamento de informações
- 2. Recursos de busca
- 3. Arquivamento e backup seguros
- 4. Capacidade de versionamento
- 5. Capacidade de acompanhar o progresso de toda equipe
- 6. Interface de usuário intuitiva / fácil de aprender, fácil de usar
- 7. Capacidade de usar dispositivos móveis (Tablets / Smartphones)
- 8. Padronização: capacidade de usar modelos para tipos recorrentes de entradas de dados
- 9. Suporte para criação de metadados/ hiperlinks ou identificadores persistentes
- 10. Economia de tempo para registro de dados
- 11. Estruturação de notas (marcação, classificação por data e projeto, pesquisa, etc.)
- 12. Integração de conteúdo digital (fotos, dados brutos)
- 13. Proteção de Propriedade Intelectual
- 14. Interface de Código Aberto (Open Source)

V- LIMITAÇÕES AO USO DE CADERNOS ELETRÔNICOS DE LABORATÓRIO

Os itens 14 a 17 apresentam potenciais **limitadores** ao uso de Cadernos Eletrônicos de Laboratório, de acordo com a literatura científica.

Marque uma das opções de acordo com seu grau de concordância em relação a cada item como limitador ou não à implementação do ELN.

14) **CUSTO** (Custos podem ser entendidos como licença de software, capacitação na ferramenta, manutenção, suporte, armazenamento, preservação digital e outros).

- Concordo plenamente
- Concordo
- Não concordo nem discordo
- Discordo
- Discordo fortemente

15) **DIFICULDADE DE USO**

- Concordo plenamente

- Concordo
- Não concordo nem discordo
- Discordo
- Discordo fortemente

16) **SUPORTE DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

- Concordo plenamente
- Concordo
- Não concordo nem discordo
- Discordo
- Discordo fortemente

17) **DISPOSIÇÃO PARA MUDANÇA DO CADERNO FÍSICO PARA UM ELN**

- Concordo plenamente
- Concordo
- Não concordo nem discordo
- Discordo
- Discordo fortemente

V - COMENTÁRIOS FINAIS

18) Em relação à sua intenção, em uma escala de 0 a 5, sendo 0 NÃO GOSTARIA e 5 GOSTARIA MUITO, como você classifica sua intenção em trabalhar com um ELN?

APÊNDICE C - UNIVERSO DE PARTICIPANTES DO PROGRAMA DE PESQUISA TRANSLACIONAL

<i>Programa de Pesquisa Translacional com Biologia Sintética - Fio-Biosin</i>		
<i>Projeto de Pesquisa</i>	<i>Coordenador</i>	<i>E-mail</i>
Imunidade das Doenças Virais	Alexandre de Magalhães Vieira Machado	Alexandre.machado@fiocruz.br
Desenvolvimento de Biofármacos para saúde pública	José Procópio Moreno Senna	Jprocopio@bio.fiocruz.br
Genômica Funcional de Micobactérias	Leila de Mendonça Lima	Lmlima@ioc.fiocruz.br
Desenvolvimento de reagentes, insumos e equipamentos para Diagnóstico	Marco Aurélio Krieger	mkrieger@fiocruz.br
Modelagem, simulação e evolução, in silico, de biomoléculas	Marcos Roberto Lourenzoni	mrl@fiocruz.br
Laboratório de Modelagem de Sistemas Biológicos	Nicolas Carels	Nicolas.carels@gmail.com
Proteômica e Engenharia de Proteínas	Nilson Ivo Tonin Zanchin	Nizanchin@fiocruz.br
Estudo das Hepatites Virais	Vanessa Salete de Paula	vdepaula.fiocruz@gmail.com
Genômica Comparativa e aplicações biotecnológicas em saúde	Win Degrave	wdegrave@fiocruz.br
<i>Programa de Pesquisa Translacional com Nanotecnologia - Fio-Nano</i>		
<i>Projeto de Pesquisa</i>	<i>Coordenador</i>	<i>E-mail</i>
Programa de Pesquisa Translacional em Nanotecnologia - Fio-Nano	Ana Paula Anobom	adinis@bio.fiocruz.br
Nanotecnologia para vetorização de fármacos em doenças crônico-degenerativas	Andressa Bernardi	andressa.bernardi@ioc.fiocruz.br
Laboratório de Biologia Básica de Células-tronco	Bruno Dallagiovanna	brunod@fiocruz.br
Biologia da interação patógeno-hospedeiro (BIPaH)	Camila Indiani De Oliveira	camila.fiocruz@gmail.com / camila@bahia.fiocruz.br
Biocidas: pesquisa e avaliação da qualidade	Célia Maria Carvalho Pereira Araujo Romão	celia.romao@incqs.fiocruz.br
Ações em Nanotecnologia Biomédica	Fabio Formiga	fabio.formiga@bahia.fiocruz.br
Sistemas avançados de liberação de fármacos	Helvécio Vinícius Antunes Rocha	helveciorocha@far.fiocruz.br
Métodos Alternativos ao uso de animais no Controle de Qualidade de Produtos sob a ação da Vigilância Sanitária	Isabella Delgado	isabella.delgado@incqs.fiocruz.br
Nanotecnologia e a busca de novas terapias farmacológicas para doenças inflamatórias pulmonares	Jorge Costa	jorgecosta@fiocruz.br
Centro de Estudos de Biomoléculas Aplicadas à Saúde - Cebio	Leonardo De Azevedo Calderon	calderon@fiocruz.br
Desenvolvimento de reagentes, insumos e equipamentos para Diagnóstico	Marco Aurélio Krieger	mkrieger@fiocruz.br

Farmacologia Celular, Inflamação e Inovação Terapêutica	Marco Aurélio Martins	mmartins@ioc.fiocruz.br
Avaliação da capacidade científica, tecnológica e gerencial de organizações de C&T em Saúde **	Maria Cristina Soares Guimarães	cristina.guimaraes@icict.fiocruz.br
Analistas de produtos e bens de consumo com enfoque na regulamentação em saúde pública	Shirley De Mello Pereira Abrantes	shirley.abrantes@incqs.fiocruz.br
Nanoendoambiental	William Waissmann	william.waissmann@gmail.com
Programa de Pesquisa Translacional com Redes ômicas e Computação Científica em Saúde e Ambiente - Fio-Rocc		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Genética Molecular de Microrganismos	Ana Carolina Paulo Vicente	anapaulo@fiocruz.br
Saúde da Família	Sanya Pimentel Gomes Fernandes Vieira Meyer	Anya@fiocruz.br
Laboratório de Biologia básica de Células-Tronco (LABCET)	Bruno Dallagiovanna	brunod@fiocruz.br
Genômica Funcional	Christian Macagnan Probst	cprobst@fiocruz.br
Estudos Integrados em Protozoologia	Claudia Masini D Avila Levy	Davila.levy@ioc.fiocruz.br
Tecnologia Imunológica	Denise Cristina De Souza Matos	dmatos@bio.fiocruz.br
Biofísica Computacional e Modelagem Molecular	Ernesto Caffarena	ernesto@fiocruz.br
Bioinformática e genoma humano	Fabio Passetti	passetti@fiocruz.br
Ecologia de Doenças Transmissíveis na Amazônia	Felipe Arley Costa Pessoa	facpessoa@amazonia.fiocruz.br
Bioquímica Experimental e Computacional de Fármacos	Floriano Paes Silva Junior	floriano@ioc.fiocruz.br
Informática de Biosistemas	Jerônimo Conceição Ruiz	ieronimo@cpqrr.fiocruz.br
Genômica Funcional de Micobactérias	Leila De Mendonca Lima	lmlima@ioc.fiocruz.br
Centro de Estudos de Biomoléculas Aplicadas à Saúde Cebio	Leonardo De Azevedo Calderon	calderon@fiocruz.br
Genômica Funcional	Marco Aurélio Krieger	mkrieger@fiocruz.br
Modelagem, Simulação E Evolução, In Silico, De Biomoléculas	Marcos Roberto Lourenzoni	mrl@fiocruz.br
Desenvolvimento de métodos computacionais para proteômica quantitativa e estrutural	Paulo Costa Carvalho	paulo@pcarvalho.com
MYCOMOL	Philip Suffys	Psuffys@gmail.com
Neurogenômica	Roney S Coimbra	Roney.s.coimbra@cpqrr.fiocruz.br
Biologia molecular aplicada ao diagnóstico e epidemiologia das infecções fúngicas	Rosely Maria Z Oliveira	Rosely.zancole@ini.fiocruz.br
Pesquisa Clínica Fiocruz em Tuberculose	Theolis Costa Barbosa Bessa	theolis@bahia.fiocruz.br
Gestão e Governança no Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde	Wagner De Jesus Martins	wagnermartons@fiocruz.br

Genômica Comparativa e aplicações biotecnológicas em saúde	Wim Degrave	Win.degrave@fiocruz.br
Programa de Pesquisa Translacional em Câncer – Fio-Câncer		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Imunologia, hematopoiese e osso	Adriana Cesar Bonomo	adriana.bonomo@fiocruz.br
Desenvolvimento de Biofármacos para Saúde Pública	Aline de Almeida Oliveira	aline.almeida@bio.fiocruz.br
Identificação de novos alvos terapêuticos e descoberta de fármacos com atividade antitumoral e sobre doenças crônico-degenerativas	André Luiz Franco	asampaio@far.fiocruz.br
Grupo Integrado de Pesquisas em Biomarcadores	Andrea Teixeira Carvalho	andreat@cpqrr.fiocruz.br
Pesquisa, desenvolvimento, e metodologias interdisciplinares voltados para a inovação químico-farmacêutica de processos e produtos da diversidade vegetal	Antonio Carlos Siani	siani@far.fiocruz.br
Patologia das doenças do fígado	Antônio Rodrigues De Freitas	freitas.luizar@gmail.com
Grupo de Pesquisa Clínica e Epidemiológica em HIV/ AIDS	Beatriz Gilda Jegerhorn Grinsztejn	gbeatriz@ini.fiocruz.br
Alimentos e Vigilância Sanitária: aspectos físico-químicos, microbiológicos, moleculares, microscópicos e de garantia da qualidade	Bernadete Ferraz Spisso	bernardete.spisso@incqs.fiocruz.br
Laboratório de Biologia Básica de Células-Tronco	Bruno Dallagiovanna	brunod@fiocruz.br
Química de Produtos Naturais Bioativos	Carlos Leomar	Ezani@cpqrr.fiocruz.br
Grupo de Pesquisa Clínica para a Saúde da Mulher	Cecília Viana De Andrade	ceciliavianna@iff.fiocruz.br
Tecnologia Imunológica	Denise Cristina De Souza Mattos	dmatos@bio.fiocruz.br
Síntese, análise e identificação de compostos com potencial terapêutico	Erika Martins De Carvalho	erikamc@far.fiocruz.br
Bioinformática e genoma humano	Fabio Passetti	passetti@fiocruz.br
Genética e Biologia Molecular	Fernando Regla Vargas	fernando.vargas@ioc.fiocruz.br
Bioquímica Experimental e Computacional de Fármacos	Florian Paes Silva Junior	floriano@ioc.fiocruz.br
Laboratório de Esquistossomose Experimental/LEE	Gabriel Limaverde	gabriel.sousa@ioc.fiocruz.br
Envelhecimento e câncer: aspectos epidemiológicos e abordagem interdisciplinar	Inês Echenique Mattos	imattos@ensp.fiocruz.br
Informática de Biosistemas	Jerônimo Conceição Ruiz	Jeronimo@cpqrr.fiocruz.br
Gestão do Conhecimento e Prospecção em Saúde	Jorge Lima De Magalhães	jorgemagalhaes@far.fiocruz.br

Ambiente, Saude e Cidadania	José Francisco Pedra Martins	fpedra@ensp.fiocruz.br
Centro de Estudos de Biomoléculas Aplicadas à Saúde - Cebio	Leonardo De Azevedo Calderon	calderon@fiocruz.br
Laboratório de Investigação Cardiovascular	Luciana Lopes De Almeida Ribeiro Garzoni	largarz@ioc.fiocruz.br
História do controle do câncer no Brasil	Luiz Antonio Da Teixeira	luiztei3@gmail.com
Pesquisa Clínica e Políticas Públicas em Doenças Infecciosas e Parasitárias	Marcelo Antonio Pascoal Xavier	marcelo.xavier@cpqrr.fiocruz.br
Patologia IOC	Marcelo Pelajo Machado	mpelajo@ioc.fiocruz.br
Desenvolvimento de reagentes, insumos e equipamentos para Diagnóstico	Marco Aurélio Krieger	mkrieger@fiocruz.br
Modelagem, Simulação e Evolução, In Silico, de Biomoléculas	Marcos Roberto Lourenzoni	mrl@fiocruz.br
Síntese de Substâncias no combate à doenças tropicais	Marcus Vinícius	marcos_souza@far.fiocruz.br
Estudos de Informação e Avaliação em Ciência e Tecnologia e Saúde	Maria Cristina Soares Guimarães	cristina.guimaraes@icict.fiocruz.br
Biomarcadores Imunológicos para doenças infecciosas	Maria Da Gloria Bonecini De Almeida	gloria.bonecini@ini.fiocruz.br
Novas Abordagens Terapêuticas Com Base Em Inovação Tecnológica	Mariana Caldas Waghabi	mariana@ioc.fiocruz.br
Terapia Celular e Gênica em Oncologia	Martin Herman Bonamino	martinbonamino@yahoo.com.br
Grupo de P&D em Síntese de Organofluorados e Heterociclos para Doenças Negligenciadas, AIDS e Câncer	Mônica Macedo Bastos	mmacedo@far.fiocruz.br
Laboratório de Modelagem de Sistemas Biológicos	Nicolas Carels	nicolas.carels@gmail.com
Proteômica e Engenharia de Proteínas	Nilson Ivo Tonin Zanchin	nizanchin@fiocruz.br
Imunopatologia	Ricardo Tostes Gazzinelli	ritoga@cpqrr.fiocruz.br
Centro de Genética Médica José Carlos Cabral de Almeida	Sayonara Maria De Carvalho Gonzalez	sayonara@iff.fiocruz.br
Novos Antiparasitários e Antibióticos	Simone Sacramento Valverde	simonevalverde@far.fiocruz.br
Programa de Pesquisa Translacional em Doença de Chagas – Fio-Chagas		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Pesquisa Clínica em doença de Chagas	Andréa Silvestre De Sousa	andrea.silvestre@ini.fiocruz.br
Química de Produtos Naturais Bioativos	Carlos Leomar Zani	Ezani@cpqrr.fiocruz.br
Bioquímica Experimental e Computacional de Fármacos	Floriano Paes Silva Junior	floriano@ioc.fiocruz.br
Avaliação dos efeitos tóxicos de produtos, ambientes e serviços de interesse para a saúde. Endereço para acessar este espelho	Helena Pereira Da Silva Zamith	helena.zamith@incqs.fiocruz.br

Laboratório Nacional e Internacional de Referência em Taxonomia de Triatomíneos	Jose Jurberg	jjurberg@ioc.fiocruz.br
Centro de Estudos de Biomoléculas Aplicadas à Saúde • Cebio	Leonardo De Azevedo Calderon	calderon@fiocruz.br
Triatomíneos	Lileia Gonçalves Diotaiuti	diotaiuti@cpqrr.fiocruz.br
Laboratório de Investigação Cardiovascular	Luciana Lopes De Almeida Ribeiro Garzoni	largarz@ioc.fiocruz.br
Desenvolvimento de reagentes, insumos e equipamentos para Diagnóstico	Marco Aurélio Krieger	mkrieger@fiocruz.br
Quimioterapia Anti•Parasitária e Anti•Tumoral	Marcos André Vannier Dos Santos	vannier@bahia.fiocruz.br
Alimentos e Vigilância Sanitária: aspectos físico químicos, microbiológicos, moleculares, microscópicos e de garantia da qualidade	Maria Regina Branquinho	regina.branquinho@incqs.fiocruz.br
Novas abordagens terapêuticas com base em inovação tecnológica	Mariana Caldas E Waghabi	mariana@ioc.fiocruz.br
Interação Trypanosoma cruzi•cardiomiócito	Mirian Claudia De	mirian@ioc.fiocruz.br
Epidemiologia clínica e molecular, imunopatologia das Doenças Infecciosas, Parasitárias, Crônico Degenerativas e Câncer	Mitermayer Galvão	miter@bahia.fiocruz.br
Laboratório de Modelagem de Sistemas Biológicos	Nicolas Carels	nicolas.carels@gmail.com
Grupo de P&D em Síntese de Organofluorados e Heterociclos para Doenças Negligenciadas, AIDS e Câncer	Nubia Boechat	boechat@far.fiocruz.br
Grupo Integrado de Pesquisas em Biomarcadores	Olindo Assis Martins Filho	oamfilho@cpqrr.fiocruz.br
Biologia Molecular e Doenças Endêmicas	Otacilio Da Cruz E Moreira	otacilio@ioc.fiocruz.br
Bioquímica, fisiologia e imunologia de insetos	Patricia De Azambuja Penna	azambuja@ioc.fiocruz.br
Imunopatologia	Ricardo Tostes Gazzinelli	ritoga@cpqrr.fiocruz.br
Imunologia Celular e Molecular	Rodrigo Correa Oliveira	correa@cpqrr.fiocruz.br
Imunologia Clínica	Rosa Teixeira De Pinho	rospinho@ioc.fiocruz.br
Programa de Pesquisa Translacional em Doença de Chagas (Fio-Chagas)	Rubem Figueiredo Sadok Menna Barreto	rubemsadok@gmail.com
Bioquímica de Proteínas e Peptídeos	Salvatore Giovanni De Simone	dsimone@cdfs.fiocruz.br
Genômica Funcional e Proteômica de Leishmania spp. e Trypanosoma cruzi	Silvane Maria Murta Fonseca	silvane@cpqrr.fiocruz.br
Genômica Comparativa e aplicações biotecnológicas em saúde	Wim Degrave	wdegrave@fiocruz.br

Programa de Pesquisa Translacional em Doenças do Metabolismo – Fio-Metabol		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Grupo de Pesquisa Clínica e Epidemiológica em HIV/AIDS	Beatriz Gilda Jegerhorn Grinsztejn	gbeatriz@ini.fiocruz.br
Alimentos e Vigilância Sanitária: aspectos físico-químicos, microbiológicos, moleculares, microscópicos e de garantia da qualidade	Bernardete Ferraz Spisso	bernardete.spisso@incqs.fiocruz.br
Biologia Celular de Fármacos Anti-inflamatórios	Christina Alves Peixoto	peixoto.christina@gmail.com
Grupo de Pesquisa em Saúde Materna e Infantil	Denise Cavalcante De Barros	barrosdc@ensp.fiocruz.br
Laboratório de Investigação Cardiovascular	Eduardo Tibiriçá	etibi@ioc.fiocruz.br
Estudo Colaborativo Latino-Americano de Malformações Congênitas - ECLAMC	Flavia Martinez De Carvalho	flavia.carvalho@ioc.fiocruz.br
Bioquímica Experimental e Computacional de Fármacos	Floriano Paes Silva Junior	floriano@ioc.fiocruz.br
Informática de Biosistemas	Jerônimo Conceição Ruiz	ieronimo@cpqrr.fiocruz.br
Pesquisa Clínica em Saúde da Criança	Leticia Da Cunha Guida	leticia@iff.fiocruz.br
Grupo de Pesquisa Clínica para A Saúde da Mulher	Lizanka Paola Figueiredo Marinho	lizanka@iff.fiocruz.br
Farmacologia Celular, Inflamação e Inovação Terapêutica	Marco Aurélio Martins	mmartins@ioc.fiocruz.br
Genética Humana • IOC/FIO-CRUZ	Pedro H. Cabello Acero	phca01@gmail.com
Imunologia das Doenças Inflamatórias e Metabólicas	Soraya Torres Gaze Jangola	soraya.gaze@cpqrr.fiocruz.br
Pesquisa Clínica em Saúde da Criança	Zina Maria Almeida De Azevedo	zina@iff.fiocruz.br
Programa de Pesquisa Translacional em Doenças Emergentes, inicialmente com foco em Arboviroses – Fio-Emerge		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Vacinas de DNA, Biologia Molecular e Imunologia Viral	Ada Maria De Barcelos Alves	ada@ioc.fiocruz.br
Vigilância de base laboratorial de doenças infecciosas	Adriana Hamond Regua Mangia	regua@ensp.fiocruz.br
Pesquisa, desenvolvimento, e metodologias interdisciplinares voltados para a inovação químico-farmacêutica de processos e produtos da diversidade vegetal	Antonio Carlos Siani	Esiani@far.fiocruz.br
Grupo de Pesquisas em Biotecnologia Aplicada à Virologia	Carlos Eduardo Calzavara Silva	calzavara@cpqrr.fiocruz.br
Virologia Molecular de Vírus Emergentes e Re-emergentes	Claudia Nunes Duarte Dos Santos	clsantos@fiocruz.br
Laboratório de Ultraestrutura Viral		barreto@ioc.fiocruz.br

	Débora Ferreira Barreto Vieira	
Grupo de Endemias Virais da Amazônia	Deusilene Souza Vieira Dall'acqua	deusilene@fiocruz.br
Hantaviruses e Rickettsioses	Elba Regina Sampaio De Lemos	elemos@ioc.fiocruz.br
Desenvolvimento de Vacinas Bacterianas	Ellen Jessouroun	ellen@bio.fiocruz.br
Ecologia de Doenças Transmissíveis na Amazônia	Felipe Arley Costa Pessoa	apessoa@amazonia.fiocruz.br
Epidemiologia clínica e molecular, imunopatologia das Doenças Infecciosas, Parasitárias, Crônico Degenerativas e Câncer	Guilherme De Sousa Ribeiro	guilherme.ribeiro@bahia.fiocruz.br
Grupo de Pesquisa em Controle de Vetores	José Bento Pereira Lima	jbento@ioc.fiocruz.br
Malária: resposta imune e imunopatologia	Joseli De Oliveira Ferreira	lila@ioc.fiocruz.br
Centro de Estudos de Biomoléculas Aplicadas à Saúde Cebio	Leonardo De Azevedo Calderon	calderon@fiocruz.br
Mosquitos Vetores: endossimbiontes e interação patógeno vetor	Luciano Andrade Moreira	luciano@cpqrr.fiocruz.br
Biologia Molecular, Bioquímica e Bioinformática aplicados aos Retrovírus Humanos, dando suporte aos projetos de Vacinas	Luiz Carlos Junior Alcantara	lalcan@bahia.fiocruz.br
Patologia IOC	Marcelo Pelajo Machado	mpelajo@ioc.fiocruz.br
Laboratório de Tecnologia Viroológica	Marcos Da Silva Freire	freire@bio.fiocruz.br
Saúde Silvestre	Marcia Chame	mchame@fiocruz.br
Estudos de Informação e Avaliação em Ciência e Tecnologia e Saúde	Maria Cristina Soares Guimarães	cristina.guimaraes@iciet.fiocruz.br
Grupo de pesquisa clínica FIOCRUZ em Doenças infecciosas	Maria Cynthia Braga	braga@cpqam.fiocruz.br
Infecção Hospitalar e Bacteriologia Médica	Marisa Zenaide Ribeiro Gomes	marisargomes@ioc.fiocruz.br
Leptospirose e Listeriose: Bacteriologia, Epidemiologia e Patogênese	Martha Maria Pereira	mpereira@ioc.fiocruz.br
Biologia Molecular de Flavivírus	Myrna Cristina Bonaldo	mbonaldo@ioc.fiocruz.br
Grupo de Pesquisa em Doenças Febris Agudas	Patricia Brasil	patricia.brasil@ini.fiocruz.br
Entomologia Médica	Paulo F Pimenta	pimenta@cpqrr.fiocruz.br
Genética Molecular do Comportamento em Insetos Vetores	Rafaela Vieira Bruno	rafaelav@ioc.fiocruz.br
Laboratório de Mosquitos Transmissores de Hematozoários	Ricardo Lourenço De Oliveira	lourenco@ioc.fiocruz.br

Estudos sobre Flavivírus no Brasil	Rita Maria Ribeiro Nogueira	rita@ioc.fiocruz.br
Bioquímica de Proteínas e Peptídeos	Salvatore Giovanni De Simone	dsimone@cdfs.fiocruz.br
Epidemiologia Clínica Aplicada ao Desenvolvimento de Instrumentos de Apoio à Decisão Médica	Sonia Regina Lambert Passos	sonia.lambert@ini.fiocruz.br
Programa de Pesquisa Translacional em Doenças Neurológicas– Fio-Neuro		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Alimentos e Vigilância Sanitária: aspectos físico-químicos, microbiológicos, moleculares, microscópicos e de garantia da qualidade	Bernardete Ferraz Spisso	bernardete.spisso@incqs.fiocruz.br
Laboratório de Biologia básica de Células-Tronco	Bruno Dallagiovanna	brunod@fiocruz.br
Biologia Celular de Fármacos Anti-Inflamatórios	Christina Alves Peixoto	peixoto.christina@gmail.com
Bioinformática e genoma humano	Fabio Passeti	passeti@fiocruz.br
Envelhecimento e câncer: aspectos epidemiológicos e abordagem interdisciplinar	Inês Echenique Mattos	imattos@ensp.fiocruz.br
Laboratório de Pesquisas sobre o Timo	Ingo Riederer	riederer@ioc.fiocruz.br
Centro de Genética Médica José Carlos Cabral de Almeida	Juan Clinton Llerena Junior	llarena@iff.fiocruz.br
Patologia, imunologia e terapêutica de malária	Leonardo Jose De Moura Carvalho	leojmc@ioc.fiocruz.br
Trabalho em turnos e suas repercussões na saúde	Liliane Reis Teixeira	teixeira.liliane@gmail.com
Farmacologia Aplicada	Maria Das Graças Henriques	gracahenriques@fiocruz.br
Produtos Naturais Bioativos de Plantas	Maria Raquel Figueiredo	m_raquel@far.fiocruz.br
Laboratório de Hematologia, Genética e Biologia Computacional	Marilda De Souza Gonçalves	mari@bahia.fiocruz.br
Genética Humana - IOC/FIOCRUZ	Mário Campos Junior	mario.junior@ioc.fiocruz.br
Neurogenômica	Roney S Coimbra	roney.s.coimbra@cpqrr.fiocruz.br
Estratégias terapêuticas para doenças neurodegenerativas	Rudimar Luiz Frozza	rudimar.frozza@ioc.fiocruz.br
Centro de Genética Médica José Carlos Cabral de Almeida	Sayonara Maria De Carvalho Gonzalez	sayonara@iff.fiocruz.br
Vulnerabilidades e desenvolvimento infanto-juvenil	Simone Gonçalves De Assis	simone@claves.fiocruz.br
Grupo de Pesquisa e Estudos em Enfermagem - GEPENFE	Sueli Rezende Cunha	gepenf@iff.fiocruz.br
Núcleo de Desenvolvimento Tecnológico de Fármacos de Origem	Valber Da Silva Frutuoso	valber.frutuoso@ioc.fiocruz.br
Psicofisiologia, Neurofisiologia Clínica e Neurobiologia do Desenvolvimento Cerebral	Vladimir Lazarev	vlad.v@iname.com

Laboratório de Pesquisas sobre o Timo	Wilson Savino	savino@ioc.fiocruz.br
Programa de Pesquisa Translacional em Esquistossomose– Fio-Schisto		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Imunobiologia da Esquistossomose	Cristina Toscano Fonseca	ctoscano@cpqrr.fiocruz.br
Bioquímica Experimental e Computacional de Fármacos	Floriano Paes Silva Junior	floriano@ioc.fiocruz.br
Sistemas avançados de liberação de fármacos	Helvécio Vinícius Antunes Rocha	helveciorocha@far.fiocruz.br
Centro de Estudos de Biomoléculas Aplicadas à Saúde Cebio	Leonardo De Azevedo Calderon	calderon@fiocruz.br
Patologia IOC	Marcelo Pelajo Machado	mpelajo@ioc.fiocruz.br
Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios	Marta Julia Faro Dos Santos Costa	mjfaroo@ioc.fiocruz.br
Fasciolose e Helmintoses de Interesse Médico e Veterinário LAPSA	Mauricio Carvalho De Vasconcellos	mau@ioc.fiocruz.br
Epidemiologia clínica e molecular, imunopatologia das Doenças Infecciosas, Parasitárias, Crônico Degenerativas e Câncer	Mitermayer Galvão Reis	miter@bahia.fiocruz.br
Interação Schistosoma mansoni/hospedeiro vertebrado e invertebrado/Esquistossomose	Paulo Marcos Zech Coelho	coelhohpm@cpqrr.fiocruz.br
Análise de Determinantes Sociais e Biológicos de Endemias	Reinaldo Souza Dos Santos	rssantos@ensp.fiocruz.br
Laboratório de Patologia Experimental (LAPEX)	Ricardo Riccio Oliveira	ricardo.riccio@bahia.fiocruz.br
Helmintologia e Malacologia Médica	Roberta Lima Caldeira	caldeira@cpqrr.fiocruz.br
Imunologia Celular e Molecular	Rodrigo Correa Oliveira	correa@cpqrr.fiocruz.br
Malacologia Médica e Sistemática	Silvana Aparecida Rogel Carvalho Thiengo	sthiengo@ioc.fiocruz.br
Imunologia e Biologia Molecular de doenças infectoparasitárias e doenças crônico degenerativas	Silvia Montenegro	silvia@cpqam.fiocruz.br
Ecologia e Controle da Esquistossomose e Geohelmintoses	Tereza Cristina Favre	tfavre@ioc.fiocruz.br
Programa de Pesquisa Translacional em Leishmaniose– Fio-Leish		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Laboratório de Imunoparasitologia • LIP	Aldina Barral	abarral@bahia.fiocruz.br
Pesquisa Clínica e Políticas Públicas em Doenças Infecciosas e Parasitárias	Ana Rabello	ana@cpqrr.fiocruz.br
Análise de Determinantes Sociais e Biológicos de Endemias	Andréa Sobral De Almeida	andrea.almeida@ensp.fiocruz.br
Doenças Parasitárias	Armando De Oliveira Schubach	armando.schubach@ini.fiocruz.br
BIPaH	Camila Indiani De Oliveira	camila.fiocruz@gmail.com / camila@bahia.fiocruz.br

Química de Produtos Naturais Bioativos	Carlos Leomar Zani	zani@cpqrr.fiocruz.br
Biomarcadores	Carlos Roberto Alves	calves@ioc.fiocruz.br
Grupo de Estudos em Leishmanioses	Célia Maria Ferreira Gontijo	gontijo@cpqrr.fiocruz.br
Patogênese de Doenças Infecciosas	Claude Pirmez	pirmez@fiocruz.br
Imunopatogênese das leishmanioses	Cláudia Ida Brodskyn	brodskyn@bahia.fiocruz.br
Biologia Molecular e Doenças Endêmicas	Constança Britto	cbritto@ioc.fiocruz.br
Sistemática Molecular aplicada as leishmanioses	Elisa Cupolillo	elisa.cupolillo@ioc.fiocruz.br
Imunoparasitologia dos Tegumentos (ImPaTeg) Laboratório de Imunoparasitologia	Fatima Da Conceição Silva	fconcei@ioc.fiocruz.br
Bioquímica Experimental e Computacional de Fármacos	Floriano Paes Silva Junior	floriano@ioc.fiocruz.br
Sistemas avançados de liberação de fármacos	Helvécio Vinícius Antunes Rocha	helveciorocha@far.fiocruz.br
Estudo de vetores, endemias e aplicações biotecnológicas	Jansen Fernandes De Medeiros	jmedeiro@fiocruz
Informática de Biosistemas	Jerônimo Conceição Ruiz	jeronimo@cpqrr.fiocruz.br
Centro de Estudos de Biomoléculas Aplicadas à Saúde Cebio	Leonardo De Azevedo Calderon	carlaceledonio@fiocruz.br
Imunologia de Invertebrados	Luiz Carlos Alves	lcalves@cpqam.fiocruz.br
Laboratório de Imuno•regulação LIM1	Manoel Barral-Netto	mbarral@bahia.fiocruz.br
Entomologia Médica	Nágila Francinete Costa Secundino	nagila@cpqrr.fiocruz.br
Grupo de P&D em Síntese de Organofluorados e Heterociclos para Doenças Negligenciadas, AIDS e Câncer	Nubia Boechat	boechat@far.fiocruz.br nboechat@gmail.com
Grupo Integrado de Pesquisas em Biomarcadores	Olindo Assis Martins Filho	oamfilho@cpqrr.fiocruz.br oamfilho@gmail.com
Biologia Molecular de Tripanosomatídeos	Osvaldo Pompilio De Melo Neto	opmn@cpqam.fiocruz.br
Controle, diagnóstico e tratamento das leishmanioses	Patricia Sampaio Tavares Veras	pveras@bahia.fiocruz.br
Bioquímica de proteases e inibidores de proteases de origem natural	Raquel Elisa Da Silva López	rlopez@far.fiocruz.br
Imunopatologia	Ricardo Tostes Gazzinelli	ritoga@cpqrr.fiocruz.br
Bioquímica de Proteínas e Peptídeos	Salvatore Giovanni De Simone	dsimone@cdts.fiocruz.br
Genômica Funcional e Proteômica de Leishmania spp. e Trypanosoma cruzi	Silvane Maria Fonseca Murta	silvane@cpqrr.fiocruz.br
Eco•epidemiologia de leishmanioses	Sinval Pinto Brandão Filho	sinval@cpqam.fiocruz.br

Gestão em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação	Tereza Cristina Dos Santos	tereza.santos@ioc.fiocruz.br
QUIMICA DE PRODUTOS NATURAIS 2	Therezinha Coelho Barbosa Tomassini	tomassini@far.fiocruz.br
Núcleo de Biologia Celular da Inflamação	Valeria De Matos Borges	vborges@bahia.fiocruz.br
Genômica Comparativa e aplicações biotecnológicas em saúde	Wim Degrave	wim.degrave@fiocruz.br
Doenças Endêmicas	Zulma Medeiros	medeiros@cpqam.fiocruz.br zuma.medeiros@gmail.com
Programa de Pesquisa Translacional em Tuberculose e outras micobacterioses– Fio-Tb		
Projeto de Pesquisa	Coordenador	E-mail
Saúde, Ambiente e Saneamento	Adriana Sotero Martins	adrianasotero@ensp.fiocruz.br
Grupo de Pesquisa Clínica e Epidemiológica em HIV/AIDS	Beatriz Gilda Jegerhorn Grinsztejn	gbeatriz@ini.fiocruz.br
Ambiente, saúde e cidadania	Genesisio Vicentin	Vicentin@ensp.fiocruz.br
Imunobiologia das infecções micobacterianas	Geraldo Moura Batista Pereira	geraldo@fiocruz.br
Promoção da Saúde e Cuidado na Atenção Primária	Gisele O'dwyer	odwyer@ensp.fiocruz.br
Estudo de métodos aplicados a epidemiologia, clínica, diagnóstico, tratamento e prevenção de micobacterioses	Haiana Charifker Schindler	haia@cpqam.ficoruz.br
Informática de Biosistemas	Jerônimo Conceição Ruiz	ieronimo@cpqrr.fiocruz.br
Tuberculose e micobacterioses: pesquisa em saúde pública	Jesus Pais Ramos	jepramos@fiocruz.br
Genômica Funcional de Micobactérias	Leila De Mendonca Lima	lmlima@ioc.fiocruz.br
Tuberculose e micobacterioses: pesquisa em saúde pública	Luis Caetano Martha Antunes	antunes@ensp.fiocruz.br
Ciência de Animais de Laboratório	Márcia Cristina Ribeiro Andrade	andrade@fiocruz.br
Síntese de Substâncias no combate à doenças tropicais	Marcus Vinícius Nora De Souza	marcos_souza@far.fiocruz.br
Pesquisa em Tuberculose	Maria Da Gloria Bonecini De Almeida	gloria.bonecini@ini.fiocruz.br
Farmacologia Aplicada	Maria Das Graças Henriques	gracahenriques@fiocruz.br
Micobacterioses: marcadores imunológicos e moleculares	Maria Helena Féres Saad	saad@ioc.fiocruz.br
Aspectos fenotípicos e moleculares de micro-organismos de interesse médico: ênfase na resistência aos biocidas	Maria Helena Simes Villas Bas	maria.villas@incqs.fiocruz.br
Genômica funcional e epidemiologia genética	Milton Ozório Moraes	Mmoraes@Fiocruz.Br
Grupo de P&D em Síntese de Organofluorados e Heterociclos para Doenças Negligenciadas, AIDS e Câncer	Nubia Boechat	boechat@far.fiocruz.br
Epidemiologia e controle da tuberculose em áreas indígenas	Paulo Cesar Basta	pcbasta@ensp.fiocruz.br

Imunologia Clínica	Paulo Rz Antas	pzuquim@ioc.fiocruz.br
MYCOMOL	Philip Suffys	psuffys@gmail.com
Pesquisa Clínica Fiocruz em Tuberculose	Theolis Costa Barbosa Bessa	theolis@bahia.fiocruz.br
Genômica Comparativa e aplicações biotecnológicas em saúde	Wim Degrave	wdegrave@fiocruz.br

Fonte: Elaboração própria a partir de Fiocruz (2020).