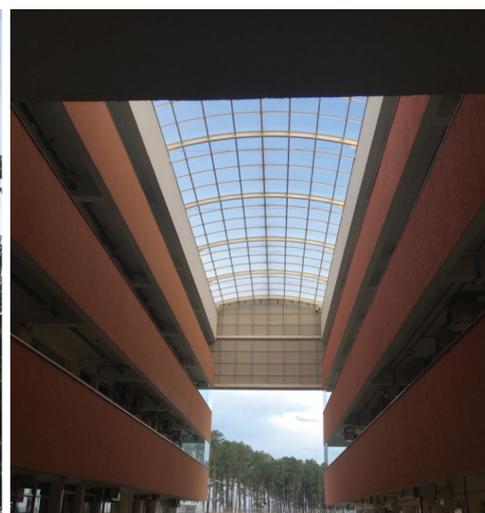


# Análise de Cenário da Infraestrutura de Pesquisa em Biologia Estrutural na América Latina e Caribe



# Fornecendo as ferramentas necessárias para os pesquisadores: O caso da biologia estrutural

## Resumo

Esta análise de cenário explora as opiniões dos biólogos estruturais sobre como o acesso ao fornecimento da infraestrutura de pesquisa é hoje viabilizado na América Latina. A análise pretende entender o ambiente da pesquisa em biologia estrutural na América Latina, bem como os desafios para a realização de uma excelente pesquisa na região. Foi realizada uma pesquisa com 157 pesquisadores, além de entrevistas minuciosas com 29 pessoas pesquisadas selecionadas. Ao conversar com aqueles que operam na comunidade de biologia estrutural da América Latina diariamente, a análise encontrou temas comuns que afetam os pesquisadores, inclusive obstáculos burocráticos, uma escassez geral de financiamento estável e uma carência específica de financiamento e expertise para a manutenção de instrumentação sofisticada. O estudo descobriu uma comunidade competente realizando pesquisa extraordinária em circunstâncias difíceis, em muitos casos com o apoio de colaboração internacional. A análise indica a necessidade de maior suporte institucional e programas de treinamento para intensificar a expertise na região. A melhor comunicação entre a comunidade de pesquisa e os órgãos de financiamento é crucial para o desenvolvimento futuro. Laboratórios regionais equipados com instrumentação de nível intermediário e acessíveis para todos os pesquisadores não só podem melhorar o acesso à infraestrutura, mas agir como centros de networking. O relatório recomenda que deve ser desenvolvido um esquema nítido e estratégico para a infraestrutura da biologia estrutural, nos níveis nacional e regional.

## Colaboradores e afiliações

Alejandro Buschiazzo – **Institut Pasteur Montevideo, Uruguai**

María-Natalia Lisa – **IBR, CONICET-UNR, Argentina**

Chuck Shaker Farah – **Universidade de São Paulo, Brasil**

Ana Zeri – **LNLS, CNPEM, Brasil**

Jose Maria Carazo – **CNB-CSIC, Espanha**

Alberto Podjarny – **IGBMC, França**

John Dolan – **Instruct-ERIC, Reino Unido**

Pauline Audergon – **Instruct-ERIC, Reino Unido**

Natalie Haley – **Instruct-ERIC, Reino Unido**

Claudia Alen Amaro – **Instruct-ERIC, Reino Unido**

Richard Garratt – **Universidade de São Paulo, Brasil**

## 1. Introdução

### 1.1 Motivação por trás do estudo atual

A análise de cenário representa uma iniciativa do Instruct-ERIC de realizar um entendimento de baixo para cima da situação da região da América Latina e Caribe (LAC) com respeito à pesquisa em Biologia Estrutural. Para alcançar este objetivo, o Instruct organizou o Grupo de Trabalho para Análise de Cenário da Infraestrutura de Pesquisa em Biologia Estrutural na América Latina (doravante denominado como “Grupo de Trabalho”), que foi criado no âmbito do projeto EU-LAC

ResInfra. Parte da pretensão desse último projeto Horizon 2020 é identificar uma série de Infraestruturas de Pesquisa (RIs) na LAC que possam ser consideradas qualificadas para o desenvolvimento de uma colaboração bi-regional. Neste projeto, a biologia estrutural é representada pelo Instruct-ERIC, uma RI europeia que torna tecnologias e métodos sofisticados em biologia estrutural disponível para os usuários. No Grupo de Trabalho, a comunidade da LAC é representada pelos membros do [Centro de Biologia Estrutural do Mercosul](#) (CEBEM), um projeto iniciado em 2008 por cinco grupos do Brasil, Argentina e Uruguai, que então se estendeu rapidamente para Paraguai e Venezuela, todos célebres por seu nível de excelência científica no reconhecimento regional e internacional. O CEBEM é uma história de sucesso, reunindo hoje 11 núdulos em quatro países, e atualmente considerando novos parceiros para serem incorporados. A rede trabalha ativamente para aumentar a colaboração na região da LAC, na área de biologia estrutural e ciência da proteína, bem como entre a LAC e a UE. Recentemente, o CEBEM recebeu um subsídio significativo da Iniciativa Chan Zuckerberg para aumentar a cooperação regional (LAC), reconhecendo o importante papel da rede na região.

O Instruct-ERIC é um marco de RI dentro do Fórum Estratégico Europeu para Infraestruturas de Pesquisa (ESFRI). Esta organização intergovernamental preparou um Esquema de Infraestrutura de Pesquisa para analisar as necessidades e expectativas da comunidade de pesquisa buscando lidar com desafios sociais e aumentar o impacto da pesquisa em inovação. A comunidade de biologia estrutural, através do Instruct, desenvolveu um modelo de acesso aberto que democratiza o acesso a tecnologias e expertise sofisticadas. Um processo similar pode ser de grande ajuda para a comunidade na LAC. O Grupo de Trabalho foi criado para obter uma compreensão melhor do atual cenário da RI na LAC, os requisitos da comunidade pertinentes a equipamentos e expertise, e as expectativas da integração regional e internacional.

## **1.2 O que significa RI no caso da biologia estrutural**

Aqui tomamos a Infraestrutura de Pesquisa para nos referirmos a equipamentos e serviços que respondem à necessidade de uma comunidade de usuários, fornecendo acesso e know-how. Isso geralmente significa um equipamento compartilhado em que o tamanho da comunidade de usuários pode variar. Ele pode ser limitado a uma única instituição ou pode fornecer acesso a cientistas de todo um país, uma região ou até do mundo. Ampliando o acesso geral para todas essas RIs na América Latina, quando possível, é um dos pontos focais do presente estudo.

Não percebemos limitação alguma em termos de tamanho ou custo de tal infraestrutura. Ela abrange qualquer coisa desde equipamentos de pequena escala (como cromatografia, técnicas espectroscópicas padrão, etc.) até instalações de grande escala como linhas de luz síncrotron e microscópios crioeletrônicos. Equipamentos de escala intermediária, que podem atender às necessidades das comunidades locais, como equipamentos de Raio X baseados em anôdo rotativo para experimentos de difração ou microscópios básicos, também estão incluídos pela nossa definição. Embora possamos distinguir entre eles algumas vezes, incluímos neste estudo tanto os equipamentos que são normalmente usados para realizar “medições finais”, como para dar suporte à infraestrutura essencial para a viabilidade de muitos projetos de pesquisa. Esses podem incluir laboratórios em diferentes níveis de biossegurança, por exemplo, ou a infraestrutura necessária para preparação e transporte adequados de amostras. Além disso, consideramos alguns aspectos da infraestrutura de pesquisa que ultrapassam os próprios laboratórios de pesquisa e que podem abranger coisas como serviços de alfândega e a burocracia associada. Por fim, dentro de nossa definição ampla, consideramos a equipe de apoio, o know-how e o

treinamento como estando intimamente conectados aos próprios equipamentos e sendo, portanto, uma parte da Infraestrutura de Pesquisa.

### **1.3 Relevância da biologia estrutural e sua importância socioeconômica**

Durante as últimas décadas, a importância estratégica da biologia estrutural para a sociedade e a indústria tornou-se mais e mais evidente. Aplicações em biotecnologia, incluindo projetos de drogas e vacinas, bem como a engenharia de proteínas com fins industriais, tornaram-se mais e mais comuns. O investimento na Infraestrutura de Pesquisa necessário para a realização da pesquisa em biologia estrutural na América Latina pode ser uma maneira de reduzir a resiliência quanto à tecnologia e os produtos gerados em outros lugares do mundo, e para permitir que a América Latina se beneficie do impacto econômico da tecnologia e dos produtos locais no mercado global. Além disso, esses produtos podem jamais chegar a existir caso seja preciso lidar com problemas que são específicos do mundo em desenvolvimento, como as doenças tropicais negligenciadas.

Não é necessário procurar muito para encontrar um exemplo óbvio do impacto da biologia estrutural em termos socioeconômicos. No máximo dentro de poucos meses após o surgimento da COVID-19 em Wuhan, em novembro de 2019, a comunidade da biologia estrutural respondeu com resultados concretos. Em questão de alguns meses, a primeira estrutura cryo-EM da proteína spike foi relatada, fornecendo informações essenciais com respeito à maneira pela qual ela interage com o receptor ACE2 nas células humanas. Considerando que a proteína spike também é o principal antígeno de superfície da SARS-CoV2, da mesma forma esses avanços forneciam informações valiosas sobre como determinados anticorpos interagem (ou não) com ela. Esse entendimento levou a muitas formas eficazes de projetar a proteína spike, tornando-a um potente antígeno vacinal. Estruturas do RNA polimerase dependente de RNA e a principal protease seguiram-se em rápida sucessão durante a primeira metade de 2020.

Só foi possível obter essas valiosas informações estruturais tão rapidamente porque a infraestrutura de pesquisa necessária já estava instalada, em consequência de níveis significativos de investimento durante as décadas anteriores. NMR, instalações de Cryo-EM e linhas de luz síncrotron foram disponibilizados imediatamente e exclusivamente para os pesquisadores que trabalhavam na SARS-CoV2. Essa resposta a uma ameaça global nunca tinha sido vista antes no campo da biologia estrutural. Além disso, é evidente que não se tratou do resultado de cientistas entrando na onda da pesquisa da moda, mas foi devido ao valor das informações fornecidas pelos biólogos estruturais total e imediatamente apreciadas. A estrutura da proteína spike<sup>1</sup> tem sido inestimável, não somente no desenvolvimento da grande maioria das vacinas atualmente disponíveis<sup>2</sup>, mas também pelo entendimento do impacto das mutações virais na eficácia das vacinas e a possível ameaça para as novas ondas de infecção representadas pelas variantes recentemente emergentes<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.02.032>

<sup>2</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abd0826>

<sup>3</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abh2315>

Estudos cristalográficos de alto desempenho sobre a Principal Protease pelo projeto Moon Shot<sup>4</sup>, sediado na instalação Diamond Synchrotron (parte do centro do Instruct-ERIC no Reino Unido) é outro exemplo de sucesso da cooperação global, tornado possível devido à existência de uma RI bem-desenvolvida. Em questão de meses, foram determinadas centenas de estruturas de complexos da protease com ligantes de moléculas pequenas. Seja pela ampliação desses ligantes ou por vinculá-los, os compostos semelhantes a drogas têm sido desenvolvidos em um extraordinário curto prazo, usando dados de muitos laboratórios em todo o mundo. Com respeito à Cryo-EM, a resolução de centenas de estruturas de muitas proteínas virais, inclusive a proteína spike de quase todo variante viral conhecido junto com múltiplos anticorpos, está nos ajudando a compreender em detalhes o perfil antígeno do vírus.

Muitos outros exemplos podem ser fornecidos, mas a mensagem passada seria a mesma. A biologia estrutural é de importância estratégica para a pesquisa da biotecnologia e suas aplicações nas áreas da medicina e da agricultura, e continua a ser um participante fundamental na evolução futura e na competitividade dos países desenvolvidos nesses campos. Isso também acontece nos países **em desenvolvimento**, que podem então concentrar suas prioridades de pesquisa às próprias preocupações predominantes de cada nação/região.

#### 1.4 Metas e objetivos

Este documento relata os resultados da pesquisa sistemática realizada desde janeiro de 2021 e que está resumida na Figura 1.

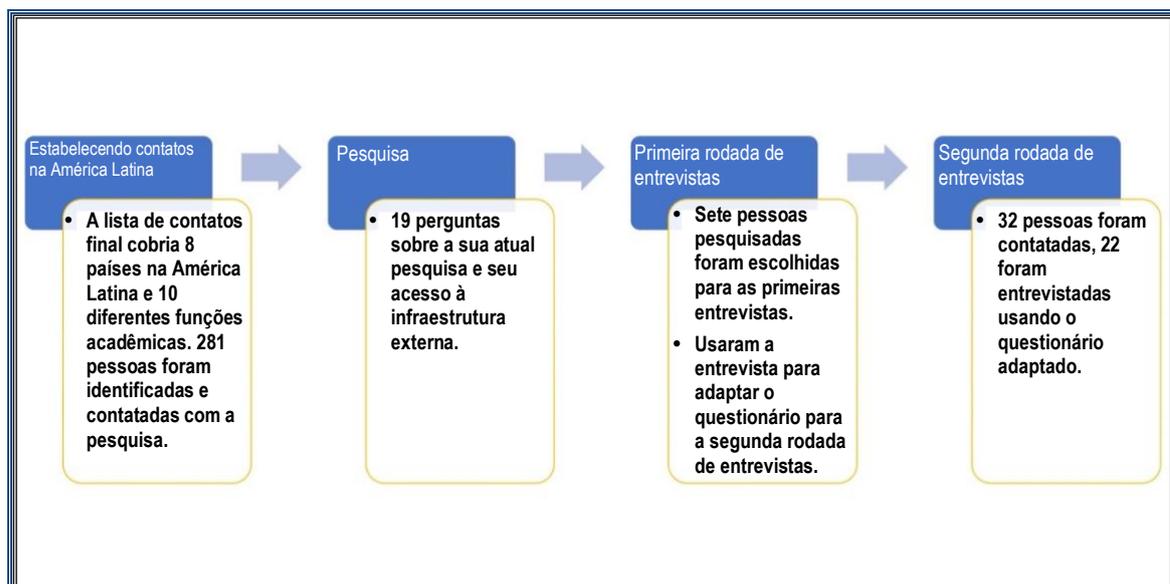


Figura 1: Síntese da metodologia e do processo do relatório de análise.

Partes potencialmente interessadas foram identificadas, com base no conhecimento anterior dos membros do Grupo de Trabalho, bem como através de pesquisa on-line em países que tinham cobertura deficiente dos contatos iniciais. A seguir, um questionário on-line foi usado para identificar um conjunto representativo de pessoas pesquisadas para uma série de entrevistas. Estas ocorreram em duas etapas, com o formato da entrevista sendo ajustado como resultado do

<sup>4</sup> <https://dndi.org/press-releases/2021/covid-moonshot-funded-by-wellcome-to-rapidly-develop-safe-globally-accessible-affordable-antiviral-pill/>

feedback inicial durante a primeira etapa. O relatório a seguir resume e tenta consolidar as nossas conclusões. Identificamos, então, as conclusões mais importantes e indicamos possíveis ações para o futuro. Em diferentes extensões, elas podem ser pertinentes para pesquisadores individuais, universidades, instituições de pesquisa, órgãos financiadores e governos.

Durante o estudo, foram identificados muitos aspectos das dificuldades associadas à realização da pesquisa científica na América Latina, mesmo quando não estão diretamente relacionados à biologia estrutural ou ao uso da própria infraestrutura de pesquisa. Importantes conclusões e recomendações surgiram desta análise de cenário com respeito às necessidades da comunidade de biologia estrutural na LAC, e estão expostas resumidamente aqui e descritas em mais detalhes no relatório abaixo.

### **Destaques da análise de cenário:**

- **Existe uma necessidade de estabelecer um esquema regional para se desenvolver uma visão nítida e estratégica da biologia estrutural na LAC. Isso requer suporte no longo prazo.**
- **A integração regional é frágil e requer consolidação. De modo específico, é essencial vincular os líderes da comunidade científica com os formuladores de políticas.**
- **O suporte institucional para o fortalecimento da infraestrutura de pesquisa é essencial para que haja um progresso efetivo.**
- **Os órgãos financiadores deverão ser encorajados a investir em convocações de Equipamentos Multiusuários visando otimizar os recursos e fortalecer a infraestrutura de pesquisa. Eles incluirão a prática de demandar um comprometimento a respeito da manutenção e da alocação de pessoal em nome das instituições destinatárias.**
- **Existe uma necessidade de melhorar a estratégia de treinamento para o pessoal da instalação e a comunidade científica como um todo.**
- **É necessária uma estratégia de comunicação para a disseminação das RIs disponíveis, que ajudarão a informar e conectar melhor os cientistas na região.**
- **É recomendada a implantação e a manutenção de hubs regionais.**
- **É essencial melhorar e fortalecer a colaboração e a integração internacionais.**

## **2. Resultados**

Esta análise de cenário foi conduzida em duas etapas. A primeira delas foi através de uma pesquisa escrita distribuída por e-mail, enquanto a segunda etapa foi uma série de entrevistas on-line pessoais de aproximadamente 1 hora cada, conduzidas por um membro do corpo científico do Grupo de Trabalho junto com um membro do Instruct Hub. Foi realizada uma primeira rodada de sete entrevistas. Com base nos resultados dessas entrevistas, o Grupo de Trabalho fez pequenas alterações no questionário para aperfeiçoar o processo de entrevistas, e então realizou uma

segunda rodada de entrevistas. O objetivo da abordagem muito mais demorada das entrevistas pessoais foi obter um entendimento mais sutil das tendências identificadas na pesquisa, e também possibilitar um canal aberto de comunicação para viabilizar a identificação e a elaboração de questões que foram inexploradas ou pouco exploradas na pesquisa escrita inicial.

## 2.1 Pesquisa

281 pessoas foram contatadas com a pesquisa. Dessas, 157 respostas foram recebidas (taxa de resposta de 56%). Esta pesquisa pretendia analisar os recursos da biologia estrutural na América Latina e avaliar as necessidades em termos de infraestrutura de pesquisa (serviços, equipamentos, tecnologias) e treinamento na comunidade da biologia estrutural.

A pesquisa foi respondida por pessoas pesquisadas em oito países da LAC (Figura 2). A divisão geográfica das pessoas pesquisadas mostra que a maioria está sediada no Brasil e na Argentina – entre elas 70% das pessoas pesquisadas (43% e 27% respectivamente). Brasil e Argentina também estavam muito bem representados na lista inicial de contatos. Isso se deve, provavelmente, a um reflexo adequado da comunidade de pesquisa, mas é preciso ter em mente que isso pode ser um pouco tendencioso pela própria constituição do Grupo de Trabalho. E pode ser particularmente responsável pela super-representação do Uruguai.

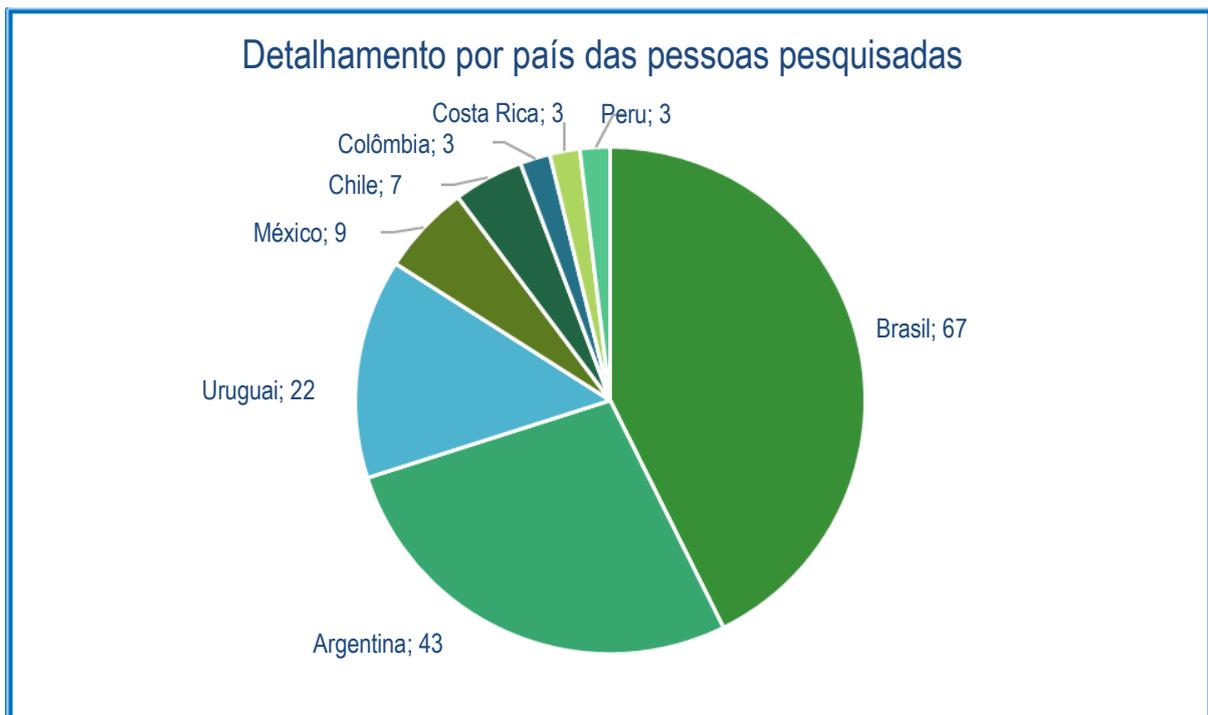


Figura 2: O número diferente de domicílios nacionais representados pelas pessoas pesquisadas

Cientistas em diferentes estágios da carreira e de trilhas profissionais diversas responderam à pesquisa (como foi categorizado ali). Nove funções estavam representadas; a função mais comum era a de investigador principal (PI), que respondia por 64% de todas as pessoas pesquisadas. As funções e sua proporção do total de respostas são mostradas a seguir:

- Investigador principal – 64%
- Cientista pesquisador – 16%

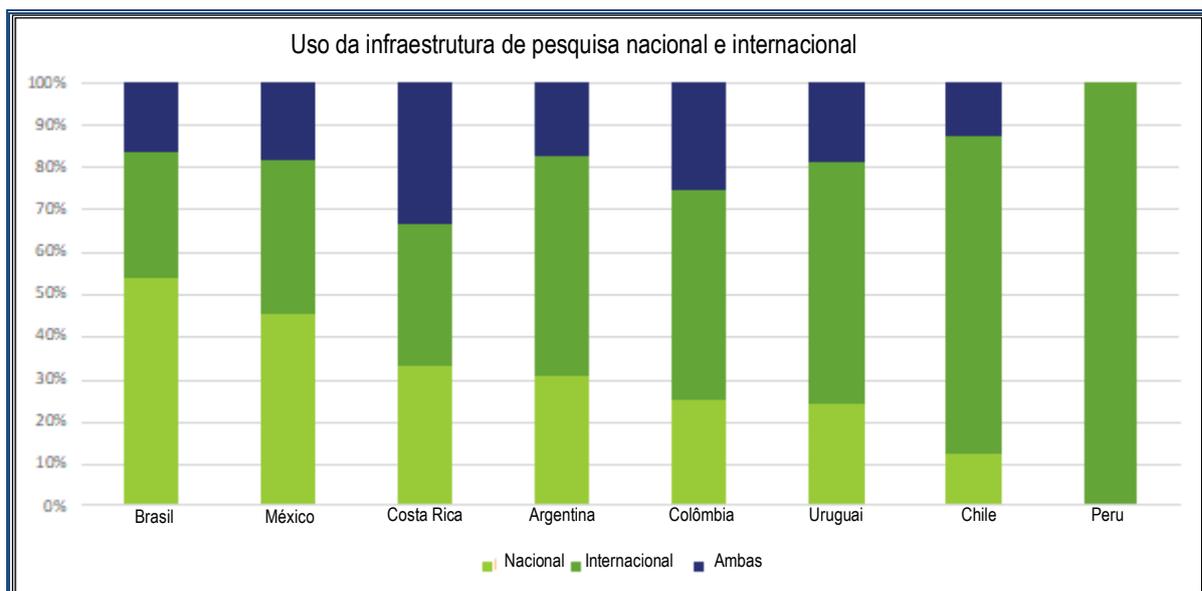
- Pós-doutorado – 10%
- Cientista pesquisador sênior – 5%
- Técnico – 2%
- Assistente de pesquisa – 1%
- Professor – 1%
- Aluno de doutorado – 1%
- Formulador de política (anteriormente, cientista pesquisador sênior) – 1%

### 2.1.1 Acesso à infraestrutura de pesquisa

A pesquisa constatou que 90% das pessoas pesquisadas usam infraestruturas de pesquisa – seja interna ou externa em relação à sua instituição. 92% das organizações das pessoas pesquisadas oferecem infraestrutura de pesquisa para usuários externos. Isso parece ser feito por meios diferentes em instituições distintas e em geral a existência dessas infraestruturas não foi divulgada o suficiente para os usuários externos potenciais.

#### Uso da infraestrutura de pesquisa internacional

A pesquisa indicou que os pesquisadores em diferentes países tinham taxas diversas de acesso às instalações internacionais em comparação com a infraestrutura em seu próprio país.



*Figura 3: Detalhamento do uso da infraestrutura nacional e internacional por país. O Brasil é o único país em que mais de 50% das pessoas pesquisadas têm acesso apenas à sua infraestrutura nacional. Deve-se notar que apenas Brasil, Argentina e Uruguai tiveram mais de 10 pessoas pesquisadas. O tamanho da amostra foi pequeno para os países restantes.*

Como indica a Figura 3, os pesquisadores no Brasil são mais propensos a acessar a infraestrutura em seu próprio país, enquanto os pesquisadores em outros lugares na América Latina são mais propensos a acessar a infraestrutura de pesquisa em outros países – tanto na América Latina quanto no exterior. Isso pode parecer lógico para o Brasil, uma vez que o país investe significativamente mais em sua própria pesquisa e desenvolvimento (como um % do PIB) do que qualquer outro país da América Latina (Figura 4). Deve-se notar que todos os países da América

Latina, inclusive o Brasil, investem proporcionalmente muito menos do que os países desenvolvidos que, em muitos casos, investem >2% em P&D.

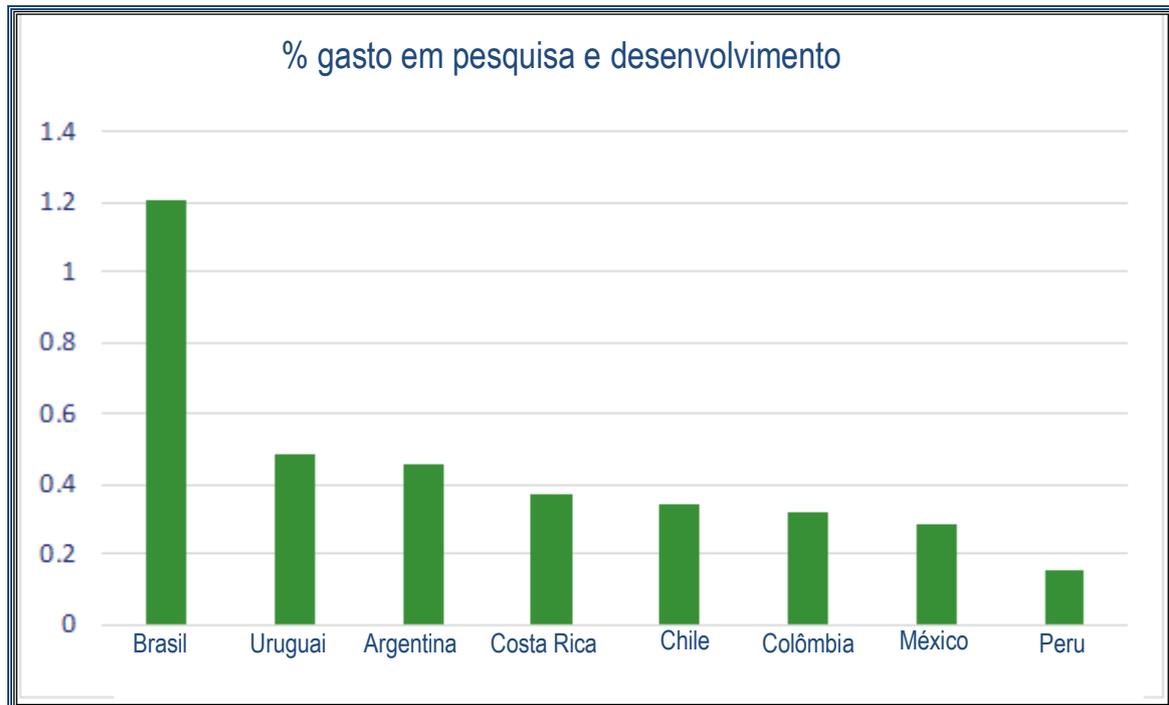


Figura 4: Gastos da América Latina e Caribe em pesquisa e desenvolvimento como percentual do PIB, todos dados de 2019. O Brasil investe significativamente mais em P&D do que outros países da LAC, seguido por Uruguai e Argentina. (<https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=ZJ>, acessado em julho de 2022)

### Local de acesso da infraestrutura de pesquisa internacional

Entre aqueles que dizem acessar a infraestrutura em um nível internacional, o detalhamento é mostrado na Figura 5.

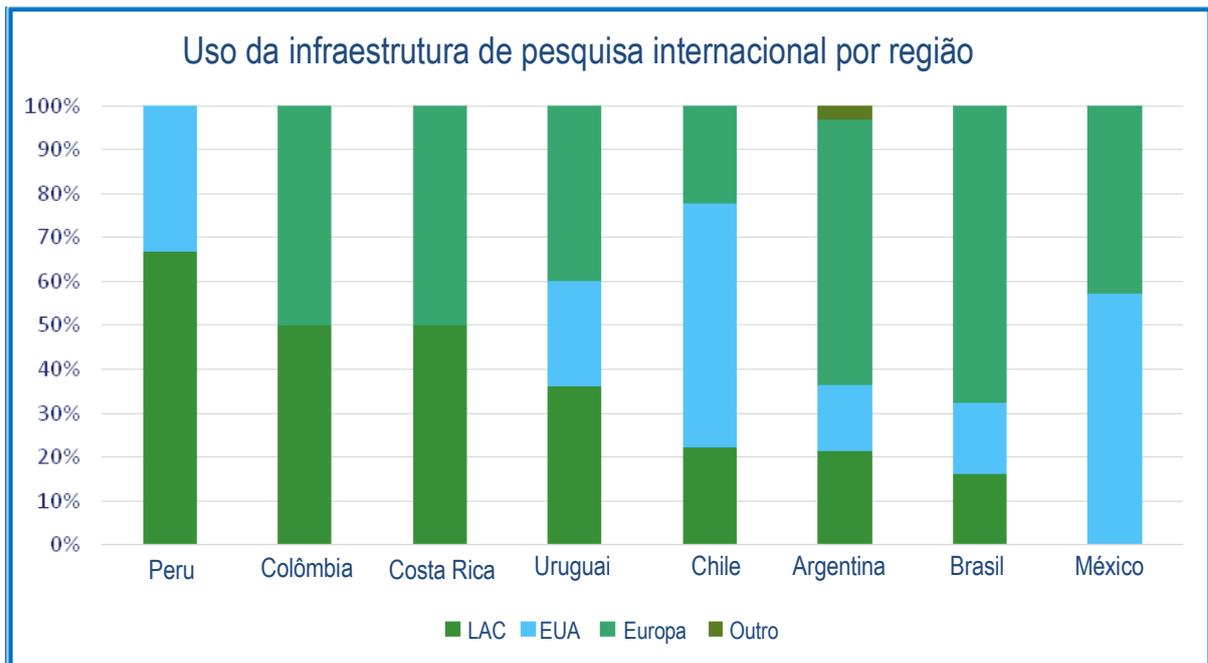


Figura 5: Detalhamento do uso das infraestruturas de pesquisa da América Latina, Estados Unidos, Europa e outras infraestruturas, por país. Os pesquisadores no Brasil e na Argentina são mais propensos a acessar a infraestrutura de pesquisa na Europa. Deve-se notar que apenas Brasil, Argentina e Uruguai tiveram mais de 10 pessoas pesquisadas. O tamanho da amostra foi pequeno para os países restantes.

Como indica o gráfico, os países que têm a maior proporção de acesso de pesquisador internacional à UE são a Argentina e o Brasil, a despeito da diferença em suas economias, e isso possivelmente se dá devido aos relacionamentos de longa data entre Argentina e Brasil com as infraestruturas e instalações de pesquisa na Europa. Esta situação pode ser um indicador de que os esforços estratégicos de RI da UE orientados para a melhor coordenação dos esquemas e do trabalho estratégico conjunto no crescimento da infraestrutura podem avançar mais rapidamente nesses países.

Os pesquisadores no Peru, Colômbia e Costa Rica são mais propensos a usar a infraestrutura de pesquisa da América Latina do que aqueles de outras nações da LAC. A infraestrutura nos EUA é preferida por aqueles do México e do Chile.

### Uso da infraestrutura de pesquisa externa

Foi perguntado às pessoas pesquisadas quais serviços de biologia estrutural eles acessavam nas infraestruturas de pesquisa externas. Entre as pessoas pesquisadas, uma ampla gama de serviços de biologia estrutural foi acessada, conforme a Figura 6.

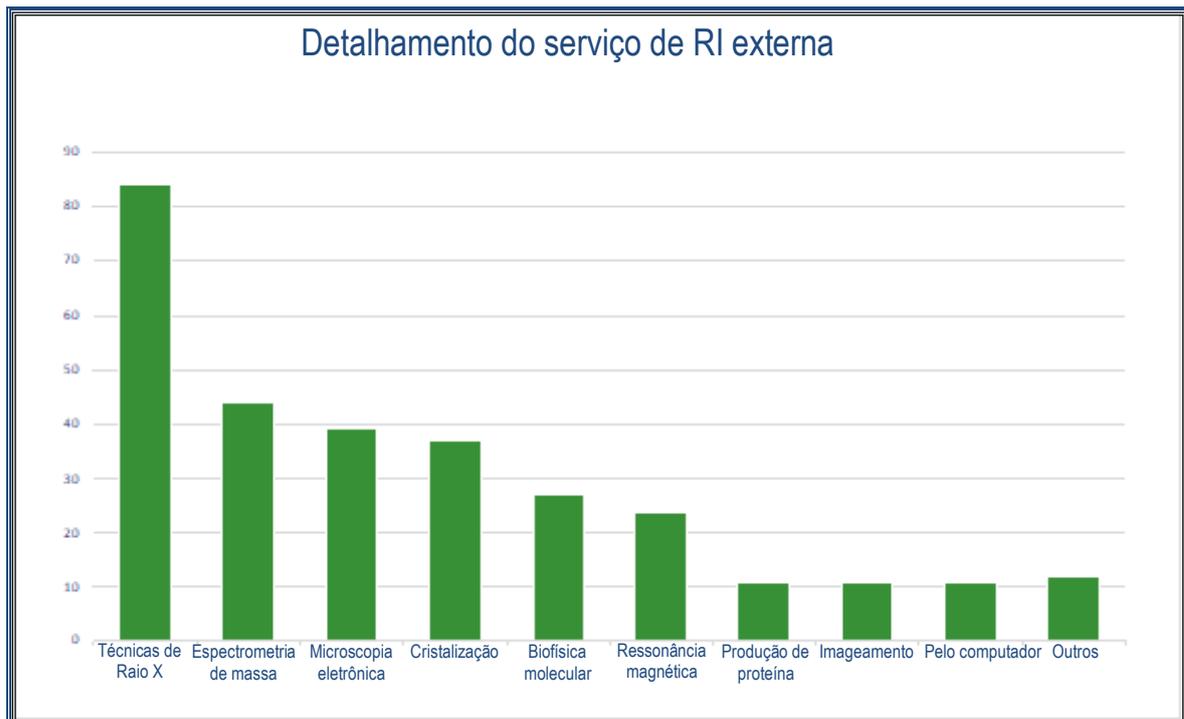


Figura 6: Detalhamento dos serviços de biologia estrutural usados pelos pesquisadores da América Latina que acessam infraestruturas de pesquisa externas.

Os serviços mais comumente acessados são técnicas de Raio X, espectrometria de massas, microscopia eletrônica e técnicas de cristalização. Existe um conjunto relativamente constante de serviços acessados, contudo particularmente as técnicas de Raio X são acessadas com mais frequência (55% das pessoas pesquisadas). A incorporação dessas técnicas no programa de biologia estrutural da LAC tem estado em andamento por vários anos pelas nações – os números da pesquisa sugerem que esta promoção tem sido pelo menos parcialmente bem-sucedida e que as estratégias usadas para a sua obtenção podem ser aplicadas a outras técnicas.

Outro destaque notável da Figura 6 é a “Produção de proteína”. Este é um importante serviço de pré-requisito, uma vez que são exigidas amostras de proteína de alta qualidade para que se faça o uso ideal de todos os outros serviços, e é apenas acessado por 7% das pessoas pesquisadas. Isso pode indicar que os pesquisadores da LAC ainda não estão usando amplamente as RIs sofisticadas e que ainda não enfrentaram muitos dos “problemas de amostragem” vivenciados pelas instalações experientes e relatados constantemente em qualquer parte do mundo. Embora não possa ser descartado que a produção de proteína só ocorre no próprio laboratório da pessoa pesquisada (e não acessando a infraestrutura externa para fazê-lo), em alguns casos foi constatado que os pesquisadores acessarão equipamentos sofisticados com amostras de qualidade deficiente, e desperdiçarão a tecnologia com uma amostra que não produz resultados úteis. Provavelmente, isso é um indicador de “advertência” antecipado de que a promoção do uso de instalações instrumentais avançadas nos países da LAC deve depender do desenvolvimento concomitante de instalações adequadas de produção de amostras (bem como de instalações suficientes de triagem), possivelmente organizadas como hubs regionais.

As pessoas pesquisadas também foram perguntadas a respeito dos obstáculos mais comuns que impedem que acessem os serviços de biologia estrutural em infraestruturas de pesquisa externas. A Figura 7 mostra o detalhamento das respostas.

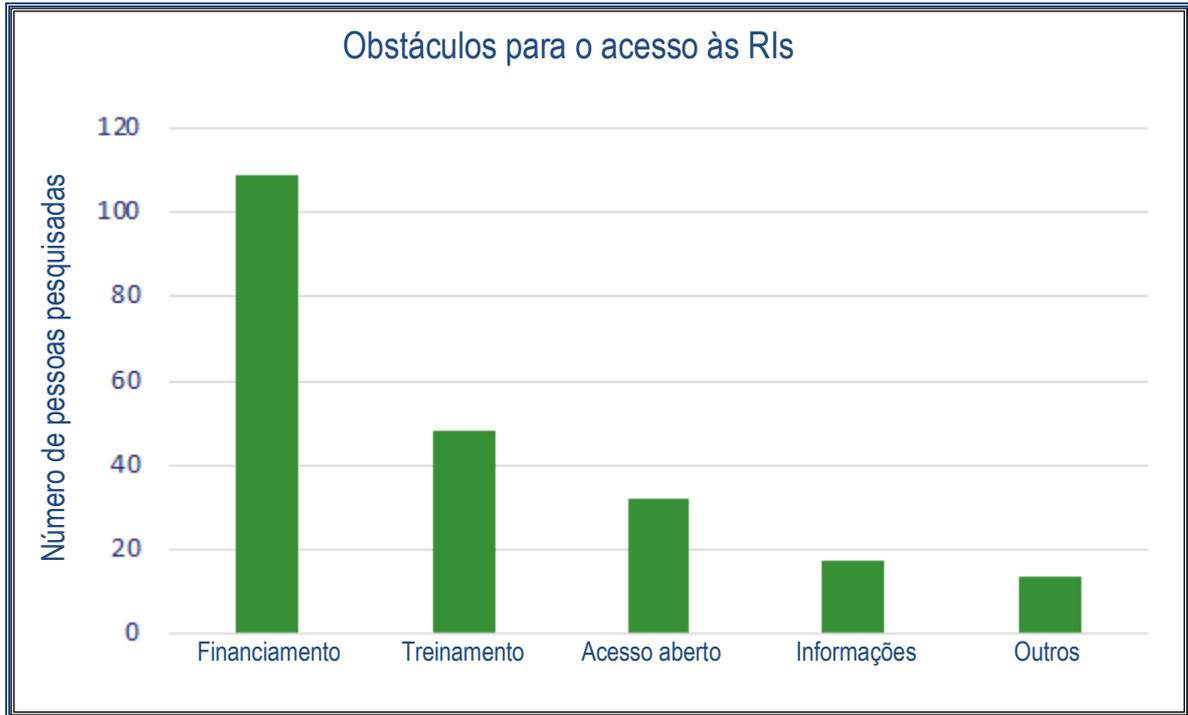


Figura 7: Os principais obstáculos enfrentados pelos pesquisadores na América Latina no acesso às infraestruturas externas.

O financiamento foi a resposta mais comum (77%), seguida pelas pessoas pesquisadas tendo o treinamento necessário ou a expertise exigida para realmente usar os equipamentos na infraestrutura externa.

#### **Limitações no acesso aos serviços de biologia estrutural**

Foi perguntado às pessoas pesquisadas quais eram os serviços de biologia estrutural a que elas não tinham acesso. Uma grande proporção das pessoas pesquisadas (77%) enfatizou que a sua pesquisa está sofrendo devido à falta de infraestrutura de pesquisa.

A microscopia eletrônica, embora seja acessada por apenas 25% das pessoas pesquisadas, foi citada com mais frequência como o serviço que permitiria aperfeiçoar mais a sua pesquisa (Figura 8), o que sugere que atualmente existe um atraso significativo na disponibilidade da microscopia eletrônica na América Latina, explicado em parte pelo fato de que esta tecnologia evoluiu muito rapidamente na última década.



Figura 8: Detalhamento dos serviços de biologia estrutural que as pessoas pesquisadas mais sentem não ser capazes de acessar, e que prejudicam a sua pesquisa.

O aprimoramento da capacidade de RI para um serviço específico exigiria acesso melhorado a esses serviços, talvez aumentando a quantidade de RIs que oferecem acesso a um tipo específico de tecnologia. Além disso, o treinamento e a expertise aperfeiçoados em um serviço melhorarão a acessibilidade e o impacto científico potencial.

### Treinamento exigido para os serviços de biologia estrutural

O caminho para que uma instalação dê suporte eficaz aos usuários é complexo e requer muitas atividades associadas. Assim, não surpreende que um percentual muito alto de pessoas pesquisadas, até 86%, indique ser necessário o treinamento especializado para compreender a melhor forma de fazer uso da instalação (Figura 9). A Cryo-EM foi novamente a técnica mais comumente citada, com 41% das pessoas pesquisadas desejando mais treinamento especializado na área. Junto com as informações na Figura 8, isso indica que os pesquisadores estão ávidos para passar para a área da Cryo-EM, mas que sofrem com a falta de acesso e expertise na técnica.



Figura 9: Detalhamento de quais os serviços da biologia estrutural as pessoas pesquisadas sentem que precisariam de treinamento especializado para usar/acessar.

### 2.1.2. Fornecimento de infraestrutura de pesquisa

Entre as pessoas pesquisadas que estavam encarregadas de uma instalação, a grande maioria (até 92%) indicou que a sua instalação não oferecia acesso a pesquisadores externos: seja em nível institucional, nacional ou internacional. Contudo, a forma pela qual esta abertura foi feita variava bastante entre os países, um fato que será analisado em detalhes nas seções subsequentes.

O detalhamento do nível de acesso fornecido é mostrado na Figura 10.



Figura 10: O nível de acesso que as instalações das pessoas pesquisadas oferecem aos usuários.

Na identificação do nível mais alto de acesso disponível aos usuários externos, a resposta mais comum foi que os usuários internacionais (50%) podem acessar o laboratório, no entanto isso foi seguido de perto pelas instalações que só oferecem acesso a usuários nacionais (43%). Apenas 3% das pessoas pesquisadas disseram que a sua instalação só oferecia acesso a usuários de dentro da própria instituição.

Ao analisar o detalhamento nacional (Figura 11), Argentina e México apresentam uma proporção bem mais alta de instalações abertas aos pesquisadores dentro do mesmo país. A estrutura governamental centralizada da Argentina (em comparação com a federal) pode levar a esta coordenação mais eficiente em seu sistema nacional de pesquisa.

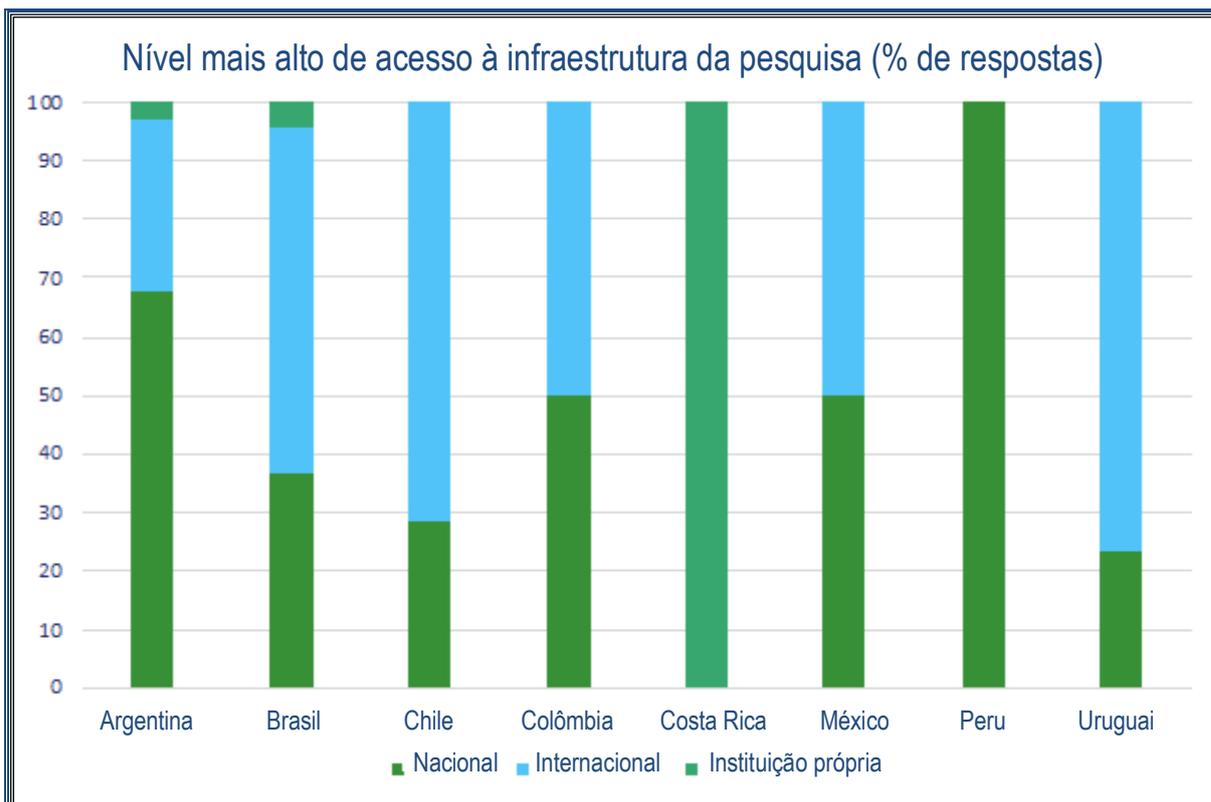


Figura 11: Detalhamento nacional do fornecimento de infraestrutura de pesquisa, por nível de acesso. Observar que Brasil, Argentina e Uruguai são os únicos países com mais de 10 respostas. Todos os outros países têm um tamanho da amostra relativamente pequeno.

Brasil, Uruguai e alguns outros países (com tamanhos de amostra menores) apresentam uma separação relativamente nivelada entre acesso nacional e internacional, com uma leve inclinação para os usuários internacionais. A Argentina tem bem mais usuários nacionais do que internacionais.

### Método de referência da infraestrutura de pesquisa externa

Para compreender como o acesso à infraestrutura de pesquisa é promovido e comunicado para a comunidade de pesquisa da América Latina, perguntou-se às pessoas pesquisadas como tinham sabido da infraestrutura que acessavam (Figura 12).

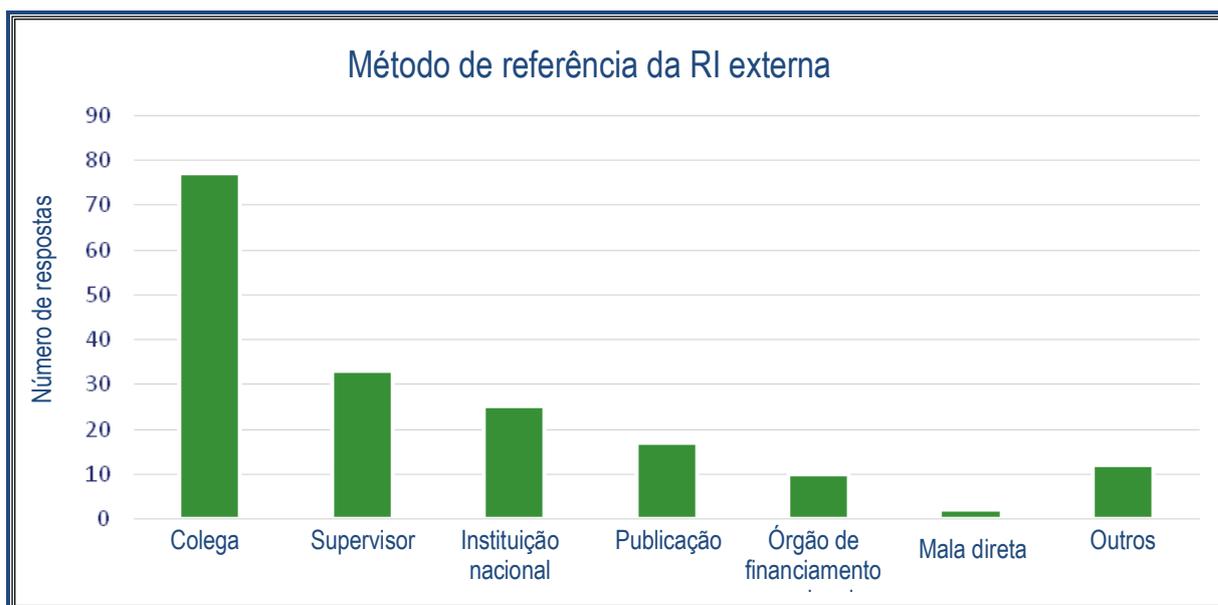


Figura 12: Detalhamento dos métodos de referência que os pesquisadores precisaram descobrir sobre as infraestruturas de pesquisa externas que acessavam. Boca a boca (colega, supervisor) é o método mais comumente respondido.

57% das pessoas pesquisadas ouviram sobre as oportunidades nas infraestruturas de pesquisa externas diretamente de um colega ou supervisor. Relativamente poucos ouviram sobre isso da sua instituição, ou de canais de comunicação externos. Seria necessária uma abordagem por todas as instituições para promover as RIs. Que o boca a boca (e, implicitamente, através de conexões pessoais) é de tal importância que pode explicar o motivo pelo qual os pesquisadores em determinados países tendem a favorecer o uso da RI na Europa, e não nos EUA, por exemplo. Até certo ponto, isso pode simplesmente ser uma questão de conexões históricas trazidas pelo fundador do grupo.

### 2.1.3. Conclusões da pesquisa

A pesquisa demonstrou que, embora um número significativo de cientistas na LAC esteja usando RIs, e muitas instalações ofereçam acesso externo para os seus serviços, a maioria dos cientistas sofre com a falta de acesso a determinadas infraestruturas e técnicas. Para compreender melhor as principais limitações para o acesso às RIs (falta de infraestrutura, falta de recursos para o acesso, falta de treinamento, falta de conscientização sobre a infraestrutura disponível, etc.) e as limitações ao fornecimento do acesso (falta de recursos, pessoal, manutenção, etc.), foi tomada a decisão de organizar entrevistas com um subconjunto de participantes da pesquisa que representa a comunidade global de biologia estrutural na LAC.

## 2.2 Etapa de entrevistas

A etapa de entrevistas da análise ocorreu em duas rodadas. A primeira rodada de entrevistas, incluindo apenas um pequeno número de cientistas, foi projetada para obter um entendimento sobre o tipo de informação que pode ser inferido pelo questionamento face a face. Isso envolveu a criação de um questionário baseado nos resultados da pesquisa, para assegurar que estavam sendo coletadas mais informações através do processo de entrevistas. Depois deste estudo piloto, o questionário foi um pouco editado, atualizado e passou a reduzir o número de perguntas para assegurar que estas fossem mais pertinentes para aquilo que as pessoas pesquisadas podem responder. Este novo questionário foi usado na segunda rodada de entrevistas.

Foi perguntado aos entrevistados sobre sua própria pesquisa, seu acesso à infraestrutura externa e como eles administram o acesso à sua própria infraestrutura. Os resultados a seguir mostram os principais insights das entrevistas na primeira e na segunda etapas.

29 pessoas foram entrevistadas no total. O detalhamento dessas pessoas por gênero e localização geográfica pode ser visto na Figura 13. A maioria desses entrevistados era da Argentina e do Brasil. Os países restantes representados são México, Chile, Uruguai e Peru, em ordem de proporção.



Figura 13: Detalhamento nacional das pessoas pesquisadas para a segunda rodada de entrevistas.

A distribuição por gênero dos entrevistados foi de 18 do gênero masculino e 11 do gênero feminino.

As entrevistas revelaram uma série de problemas comuns referentes ao acesso e fornecimento da RI e à pesquisa em geral compartilhada por biólogos estruturais na LAC, que resumimos neste relatório.

### 2.2.1 Principais problemas ou impedimentos que limitam os pesquisadores

Quando perguntados sobre os impedimentos e obstáculos à sua pesquisa, as respostas habituais dos entrevistados estão listadas abaixo (Tabela 1).

Questão ou impedimento	Número de respostas (dentre 29)
Financiamento	23
Burocracia	13
Tamanho da comunidade / aquisição de novos alunos	9
Acesso à infraestrutura externa	9
Falta de treinamento	7
Problemas de manutenção	5
Tempo necessário para obter equipamentos/reagentes básicos	6
Distância até outra infraestrutura/manutenção	4
Acesso às instalações do Nível 3	4

*Tabela 1: Frequência das respostas comuns a perguntas referentes a problemas ou impedimentos à pesquisa na América Latina. Cada número tem um máximo de 29.*

Agora analisaremos em mais detalhes cada um desses impedimentos:

### 1. Financiamento

23 das 29 pessoas pesquisadas mencionaram diretamente uma falta de financiamento como um obstáculo para a sua pesquisa. Todas essas pessoas pesquisadas mencionaram o órgão estadual ou nacional de financiamento da ciência quando explicaram que o financiamento era um problema para a sua pesquisa. O financiamento foi considerado um problema de duas maneiras diferentes.

- a. A mais comum foi simplesmente a falta de dinheiro para conduzir a pesquisa, pagar o pessoal, fazer a manutenção dos equipamentos e acessar a infraestrutura externa. Muitas pessoas pesquisadas observaram que o financiamento está começando a aumentar, ou que estão cientes de aumentos no financiamento planejado para o futuro. Além disso, muitas pessoas pesquisadas disseram que só podiam obter financiamento para o seu projeto caso ele fosse de um campo científico de interesse atual (por exemplo, COVID-19).
- b. Três pessoas pesquisadas, todas da Argentina, explicaram que, embora o financiamento possa ser suficiente por ocasião da sua concessão, a flutuação significativa no valor da moeda durante o curso de uma concessão o torna deficitário, e geralmente os pesquisadores precisam gastar o dinheiro logo que possam para garantir que obtenham o seu real valor.

### 2. Burocracia

13 pesquisadores de todos os países na América Latina mencionaram a burocracia como uma limitação. A papelada e as exigências administrativas para receber financiamento, equipamentos ou outros recursos vitais acarretam prejuízos significativos de tempo e dinheiro aos pesquisadores. Os problemas de burocracia afetam pesquisadores quase em todos os países na América Latina, mas principalmente afetam aqueles no Brasil. A proporção de pesquisadores sediados no Brasil que mencionaram a burocracia como um obstáculo é bem maior do que a proporção daqueles entrevistados (46% daqueles que

mencionaram a burocracia como uma limitação estavam sediados no Brasil; somente 31% dos entrevistados estavam sediados no Brasil). Uma pessoa pesquisada destacou especificamente problemas com a isenção de impostos do Brasil para o transporte de materiais/amostras biológicas, o que levava a verificações significativas da papelada/alfândega para confirmar que os materiais eram legítimos. Isso leva a atrasos significativos no recebimento e no envio dos materiais.

### 3. **Fuga de jovens pesquisadores na comunidade da biologia estrutural**

Há dificuldades crescentes na oferta de oportunidades atrativas para os estudantes (uma situação que parece ser comum para outras áreas científicas no setor acadêmico), que parecem gerar uma fuga de jovens para outros setores de emprego, a despeito da necessidade estratégica de capturar talentos em Biologia Estrutural. Além disso, nove pessoas pesquisadas mencionaram especificamente que a Biologia Estrutural não estava recebendo a atenção necessária quanto ao financiamento de seus governos. Elas consideraram que isso podia estar relacionado ao fato de que o tamanho desta comunidade científica de pesquisadores não era grande o suficiente.

### 4. **Falta de acesso à infraestrutura externa**

Nove pessoas pesquisadas disseram que a falta de acesso fácil à infraestrutura externa estava impedindo a sua pesquisa.

### 5. **Problemas de manutenção**

A manutenção de seus próprios equipamentos e maquinário foi mencionada por cinco pesquisadores como impedindo a sua pesquisa. Isso também foi coberto depois no questionário, quando as pessoas pesquisadas foram solicitadas a falar de modo específico sobre como a sua instituição financia a manutenção dos equipamentos.

### 6. **Treinamento**

A falta de treinamento foi considerada um grande problema para sete pessoas pesquisadas. Elas se referem ao treinamento para os cientistas e também para o pessoal técnico, esses últimos sendo geralmente escassos. Uma sugestão repetida bastante foi que havia muito esforço para a compra de equipamentos ou maquinário, mas não o suficiente para contratação e treinamento das pessoas para que os usassem de forma eficiente.

### 7. **Aquisição de materiais básicos**

Seis pessoas disseram que leva é muito demorado ou muito caro adquirir equipamentos ou reagentes básicos para a pesquisa. Isso pode ser devido a problemas burocráticos ou simplesmente pela distância. Muitas disseram que pode levar meses para receberem os reagentes depois de feito um pedido, o que gera dificuldades no planejamento dos projetos. Além disso, uma pessoa pesquisada disse que algumas empresas não venderão diretamente para elas devido à distância e a problemas de alfândega, sendo necessário que um representante faça o pedido. Isso acarreta atrasos significativos e aumentos de preço de 70%, na média.

### 8. **Distância até outras instalações**

As pessoas pesquisadas em institutos que estão geograficamente distantes dos outros

constatarem haver problemas no acesso à infraestrutura externa (4 de 29), e com a manutenção dos equipamentos. Ademais, devido ao tempo da viagem, os engenheiros das fabricantes das máquinas não viajarão até as instalações e, em vez disso, insistirão no fornecimento de instruções remotas, diminuindo a qualidade do serviço.

#### 9. **Acesso às instalações do Nível 3 (ou superior)**

A necessidade de acessar as instalações de biossegurança do Nível 3 tornou-se mais visível após a pandemia da COVID-19, e quatro pessoas pesquisadas disseram que não há suficientes instalações dessas disponíveis para eles.

#### 2.2.2 Suporte aos pesquisadores de sua organização de origem

Quando perguntados se a sua instituição dá suporte a eles com esses impedimentos, a resposta mais comum foi que não era dado suporte pelas suas próprias instituições, embora houvesse exceções. Ficou evidente que há áreas diferentes em que é necessário mais suporte. Todos os 29 entrevistados responderam a isso. O detalhamento está apresentado abaixo:

As pessoas pesquisadas indicaram “Necessidade de mais suporte” nas áreas de:

1. Pesquisa
2. Manutenção de equipamentos
3. Burocracia/Administração
4. Acesso à infraestrutura externa

#### 1. **Pesquisa**

Dez pessoas pesquisadas disseram que a sua instituição não oferecia financiamento suficiente para que realizem a sua pesquisa, quando há algum. Essas pessoas pesquisadas explicaram que elas contavam com agências de financiamento externo para obter subsídios para a pesquisa. Algumas tinham seus salários pagos pela sua instituição e, apesar de terem suporte nesse sentido, elas não recebiam nada mais em termos de equipamentos ou alunos.

#### 2. **Manutenção dos equipamentos**

Oito pessoas pesquisadas disseram que recebiam pouco ou nenhum suporte da sua instituição para fazer a manutenção de equipamentos ou tecnologia em sua instalação. Da mesma forma, muitas pessoas pesquisadas tinham equipamentos quebrados em sua instalação, e a sua instituição não fornecia ou não podia fornecer fundos suficientes para que um engenheiro os consertasse. A instituição também não pagaria por um técnico interno para fazer a manutenção dos equipamentos no local.

#### 3. **Burocracia/administração**

Duas pessoas pesquisadas disseram que o seu instituto não ajudava com a papelada/administração importante necessária para obter financiamento externo. Nesse caso específico, a pessoa pesquisada explicou que elas próprias fizeram um curso de administração universitária para entender melhor os processos.

#### 4. **Acesso à infraestrutura externa**

Uma pessoa pesquisada disse que elas geralmente recebiam suporte da sua instituição, mas não os fundos necessários para viajar até a infraestrutura externa avançada.

Havia, contudo, uma fração bastante significativa de pessoas pesquisadas que recebiam suporte, indicando que o conjunto de pessoas pesquisadas era heterogêneo nesse sentido. Deve-se também observar que a mesma pessoa pesquisada pode ter dito que o seu instituto não lhe dá suporte em um aspecto, mas que dá suporte em outro.

As pessoas pesquisadas indicaram que “Existe suporte” nas áreas de:

1. Pesquisa
2. Manutenção de equipamentos
3. Burocracia/administração
4. Acesso à infraestrutura externa

#### 1. **Pesquisa**

Cinco pessoas pesquisadas disseram que a sua instituição oferece o suporte necessário para que elas realizem a sua pesquisa, seja através de subsídios à pesquisa, compra de equipamentos ou fornecendo espaço de laboratório.

#### 2. **Manutenção dos equipamentos**

Sete pessoas pesquisadas disseram que a sua instituição oferece suporte para a manutenção de equipamentos ou tecnologia quando estão com defeito, ou financia um técnico para assegurar que o maquinário esteja funcionando. Mas ambos os entrevistados sediados no Chile disseram que o seu instituto não fornecia suporte para a manutenção quando necessário, enquanto apenas um entrevistado dos outros países disse que o seu instituto dava suporte aos problemas de manutenção.

#### 3. **Burocracia/administração**

Quatro pessoas pesquisadas disseram que a sua instituição fornecia suporte à administração e burocracia necessárias para a obtenção de financiamento/equipamentos externos.

#### 4. **Acesso à infraestrutura externa**

Zero pessoas pesquisadas disseram que a sua instituição fornecia suporte para acesso à infraestrutura externa.

### 2.2.3 Financiamento para acesso à RI externa, viagem e/ou despacho

Perguntaram às pessoas pesquisadas se recebiam financiamento para acesso às infraestruturas de pesquisa externas, e se este financiamento também cobria suas despesas de viagem/despacho remoto. Todos os 29 entrevistados responderam a isso. As respostas comuns estão listadas abaixo:

#### 1. **Financiamento de viagem**

Seis pessoas pesquisadas disseram que podiam obter financiamento adicional da sua instituição ou agência de financiamento para cobrir os custos de viagem e despacho. Contudo, quase a metade das pessoas pesquisadas (14 de 29) disse que não podiam obter financiamento para viagem para acessar a infraestrutura externa. Embora seja possível receber financiamento para acessar e usar os próprios equipamentos, isso não cobriria quaisquer despesas de viagem, e elas precisariam usar o dinheiro de seu próprio subsídio à pesquisa para cobrir os custos.

Uma pessoa pesquisada até disse que eles devem usar recursos pessoais para cobrir os custos de viagem. Uma pessoa pesquisada disse que a infraestrutura que acessam forneceria acomodação paga, mas que não podiam adquirir financiamento para a própria viagem ou acesso.

Quatro pessoas pesquisadas disseram que não podem obter financiamento para custos de despacho.

## **2. Acesso ao financiamento**

Nove pessoas pesquisadas disseram que a sua instituição ou agência nacional de financiamento forneceria dinheiro para os custos de acesso, enquanto seis disseram que esse não era o caso delas, e que precisariam cobrir esses custos de seu próprio subsídio à pesquisa. Mais sete pessoas pesquisadas disseram que isso não era necessário, pois a plataforma que acessavam era gratuita para elas, ou de tal custo insignificante que o financiamento adicional não era necessário e não seria um problema cobrir com seu próprio subsídio.

## **3. Financiamento disponível para acesso local**

Dois pessoas pesquisadas disseram que a sua agência de financiamento forneceria dinheiro para viagem e acesso, mas somente para visitas locais ou nacionais, sem financiamento disponível para acesso transnacional.

### **2.2.4 Informações sobre fornecimento de acesso aos usuários**

A terceira e final seção do questionário perguntava às pessoas pesquisadas sobre seu fornecimento de acesso aos pesquisadores, quando há isso. De nossos 29 entrevistados, 21 deles fornecem acesso a seus equipamentos/instalação para os usuários externos; a maioria deles fornece acesso a todos os usuários, não importando se são internos da instituição ou se todos são usuários externos. Sete pessoas pesquisadas também mencionaram que fornecem acesso a usuários industriais.

Foi perguntado aos entrevistados sobre o seu serviço, a quem está disponível, como o acesso é administrado e como o financiamento para o serviço é gerenciado. Os 21 entrevistados cuja instalação fornecia acesso responderam.

#### **Disponibilidade de acesso**

As pessoas pesquisadas forneceram insight sobre o nível de acesso de sua instalação: se ela podia ser acessada por usuários externos, ou não, e se os usuários do setor solicitavam e usavam o maquinário.

#### **1. Disponível para todos os usuários**

A resposta mais comum (21 de 29) foi que o acesso aos serviços está disponível para todos os usuários, não importando se eles são internos à instalação, instituição, ou se são todos usuários externos.

#### **2. Instalação não acessível**

Oito pessoas pesquisadas disseram que a sua instalação não fornece acesso aos usuários.

### 3. Disponível para o setor

Sete pessoas pesquisadas disseram que a sua instalação está disponível para usuários industriais ou comerciais, além de usuários acadêmicos.

### Administração do acesso

O processo de administração do acesso a infraestruturas/instalações de biologia estrutural varia bastante na América Latina, dependendo das instituições e do país.

#### 1. Somente anunciado no site da instalação

Embora a maioria dos equipamentos e das instalações pareça estar disponível para usuários externos, parece que a disponibilidade desses serviços não é sempre amplamente disseminada aos usuários externos e que a tecnologia não é sistematicamente administrada em um catálogo de serviços externo. Dez pessoas pesquisadas disseram que seus serviços são anunciados no site ou no portal de sua instalação/instituição. Todos estes são administrados pela própria instituição, e não através de um serviço de catálogo externo. Nesse caso, isso não significa que os usuários podem solicitar o(s) serviço(s) diretamente no site, apenas que os seus serviços são promovidos ali.

#### 2. Acesso via e-mail direto

Dez entrevistados disseram que administram o acesso à sua instalação pelo contato direto com o usuário por e-mail. O endereço de e-mail ou os dados do contato são visíveis no seu site ou portal, ou os usuários entram em contato com eles por comunicação prévia.

#### 3. Sistema externo/nacional

Oito pessoas pesquisadas disseram que seus serviços estão disponíveis para acesso através de um sistema de aplicativos externo. Deve-se notar que sete desses oito entrevistados estavam sediados na Argentina e se referiam aos Sistemas Nacionais instalados.

#### 4. Sistema de proposta automatizado

Sete entrevistados disseram que sua instalação tinha um processo ou formulário de proposta automatizado que os usuários podiam acessar pelo seu site ou página na internet, e não através de e-mail direto ou catálogo externo.

#### 5. Sem processo de análise

Três pessoas pesquisadas deixaram explicitamente evidente que a sua instalação não tinha um processo de análise para acesso aos seus serviços. Elas explicaram que o único requisito para acessar sua instalação era que tinham selecionado o maquinário adequado para conduzir a sua pesquisa.

### Financiamento e custos do acesso

Diferentes instituições têm políticas variadas com respeito à cobertura dos custos de acesso. Algumas optam por cobrar dos usuários uma taxa fixa pela visita às instalações, outras uma contribuição para os custos de manutenção, enquanto outras oferecem a visita gratuitamente.

1. Oito pessoas pesquisadas disseram que existe uma taxa cobrada para acessar os serviços em seu laboratório. Uma das pessoas pesquisadas explicou que a taxa para acessar seus equipamentos é mínima (“custo não comparável com os custos nos EUA/Europa”, por exemplo). Uma pessoa pesquisada também disse que o acesso à sua instalação não é

cobrado, mas os usuários devem pagar caso o equipamento seja danificado. Embora haja pagamento para o sistema de acesso em muitas instalações, parece que o acesso geralmente é fornecido gratuitamente por meio de colaborações em que o pessoal da instalação é mencionado nos artigos que são publicados. Também foi mencionado que, em alguns casos, os baixos custos para o fornecimento do acesso e a falta de suporte das instituições dificultam a prestação de um serviço eficiente.

2. Duas pessoas pesquisadas disseram que recebem financiamento de sua instituição para fazer funcionar a sua instalação, ou que ela é autossustentável.
3. Duas pessoas pesquisadas disseram que sua instalação não cobra taxa de acesso.

### Financiamentos para a manutenção

Um ponto repetido pelos entrevistados é a questão da manutenção, seja como uma limitação para a sua própria pesquisa ou como um motivo pelo qual eles não podem fornecer acesso a usuários externos. Isso ressaltou o fato de que, em determinadas instalações, mesmo quando têm equipamentos de ponta, eles não são capazes de oferecê-lo de forma consistente aos usuários externos.

1. Seis pessoas pesquisadas disseram que sua instalação não tem orçamento de manutenção específico, mesmo quando oferecida para usuários externos. Isso significa que as instalações não podem usar ou oferecer os seus equipamentos de ponta e dispendiosos. Todas as três pessoas pesquisadas sediadas no México disseram que não tinham um orçamento para fazer a manutenção dos equipamentos que oferecem (Figura 14).

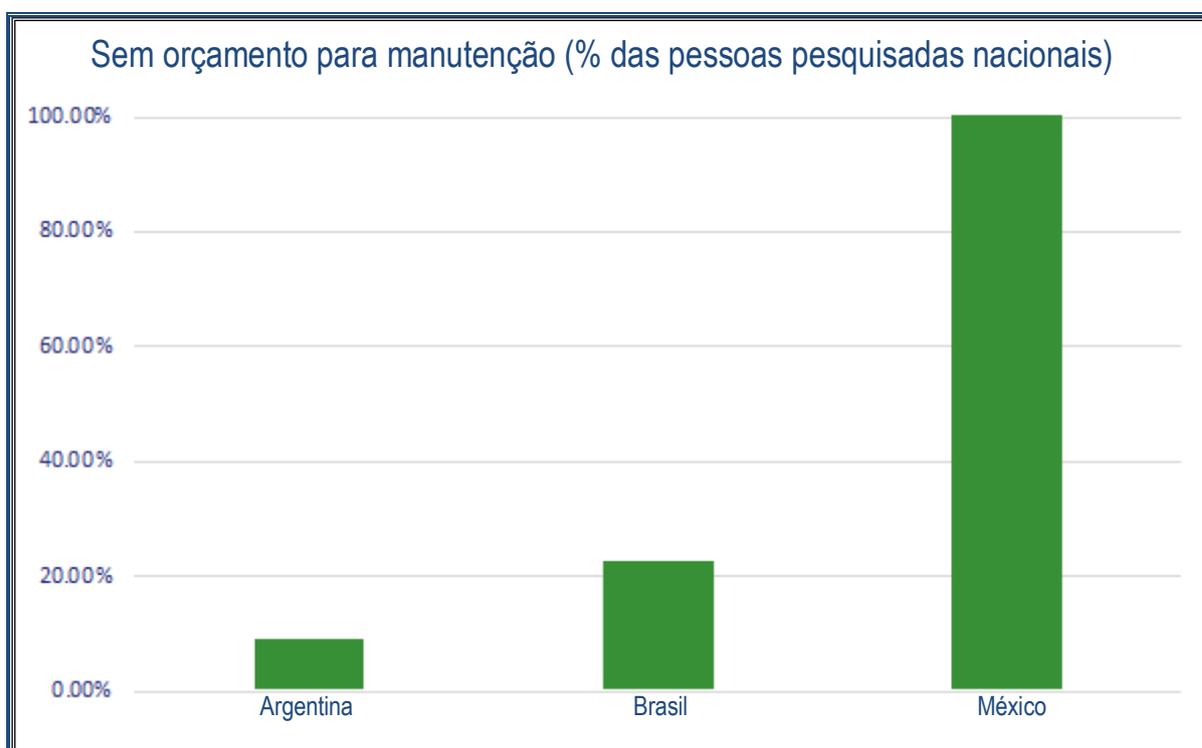


Figura 14. As nações representadas pelas pessoas pesquisadas que disseram que a sua instituição não tinha um orçamento para fazer a manutenção. Argentina (1 de 11 entrevistados), Brasil (2 de 9 entrevistados), México (3 de 3 entrevistados).

2. 4 pessoas pesquisadas disseram que podem pedir na sua instituição ou agência de financiamento para receber financiamento para manutenção, se necessário. Contudo, muitas delas disseram que este é, em geral, um processo demorado e muito burocrático.

### 2.2.5 Tipo de acesso (físico, remoto/virtual)

Há diferentes formas de acessar a infraestrutura externa. O acesso físico se refere à visitação da instalação pessoalmente, seja usando os equipamentos ou trabalhando com um técnico para obter resultados. O acesso remoto ou virtual não envolve a visitação à instalação, mas para receber os dados remotamente para despachar a amostra e receber os dados, ou ao acessar um conjunto de dados. 21 entrevistados responderam a essa questão.

1. **Tanto físico como remoto/virtual**

Muitas das pessoas pesquisadas (dez) que fornecem acesso a usuários externos podem oferecer acesso físico e remoto aos seus serviços. Elas têm os técnicos disponíveis para realizar o experimento com as amostras enviadas, mas também podem acomodar os pesquisadores visitantes e realizar os experimentos fisicamente. A maioria das pessoas pesquisadas que disseram que sua instalação oferece acesso remoto e físico estavam sediadas na Argentina.

2. **Somente remoto/virtual**

Seis pessoas pesquisadas só oferecem acesso remoto caso as amostras sejam despachadas para o seu laboratório. Para grande parte, isso se deve aos equipamentos serem caros, ou os custos de manutenção sendo tão altos que elas não podem arriscar que pesquisadores não treinados usem o maquinário. Estas pessoas pesquisadas disseram que também devem estar em uma região com infraestrutura suficiente para receber amostras biológicas logo após elas serem despachadas, crucial para amostras de gel ou congeladas.

3. **Somente físico**

Quatro pessoas pesquisadas só podem realizar pesquisa física. Uma pessoa disse que isso se deve a não terem técnicos suficientes em seu laboratório para reservar um para realizar a pesquisa de outra pessoa – dessa forma, as pessoas devem vir ao laboratório fisicamente para usar elas próprias o maquinário.

### 2.2.6 Alguma colaboração com as organizações da UE?

Foi perguntado às pessoas pesquisadas se sua instalação ou instituição, até onde saibam, mantém quaisquer colaborações existentes com instituições ou laboratórios europeus. 22 entrevistados responderam a essa questão. Os resultados estão delineados a seguir:

1. **Colaboração formal**

Somente 4 das 22 pessoas pesquisadas disseram que seu instituto mantém hoje uma colaboração formal com uma instituição europeia.

2. **Colaboração informal**

11 pessoas pesquisadas disseram que sua instalação mantém uma colaboração informal com um instituto ou laboratório europeu. Isso se deve a ter conexões pessoais, ou antigos colegas que trabalham na Europa. Dessas pessoas pesquisadas, havia mais do que aquelas proporcionalmente esperadas do Brasil, como mostrado na Figura 15.

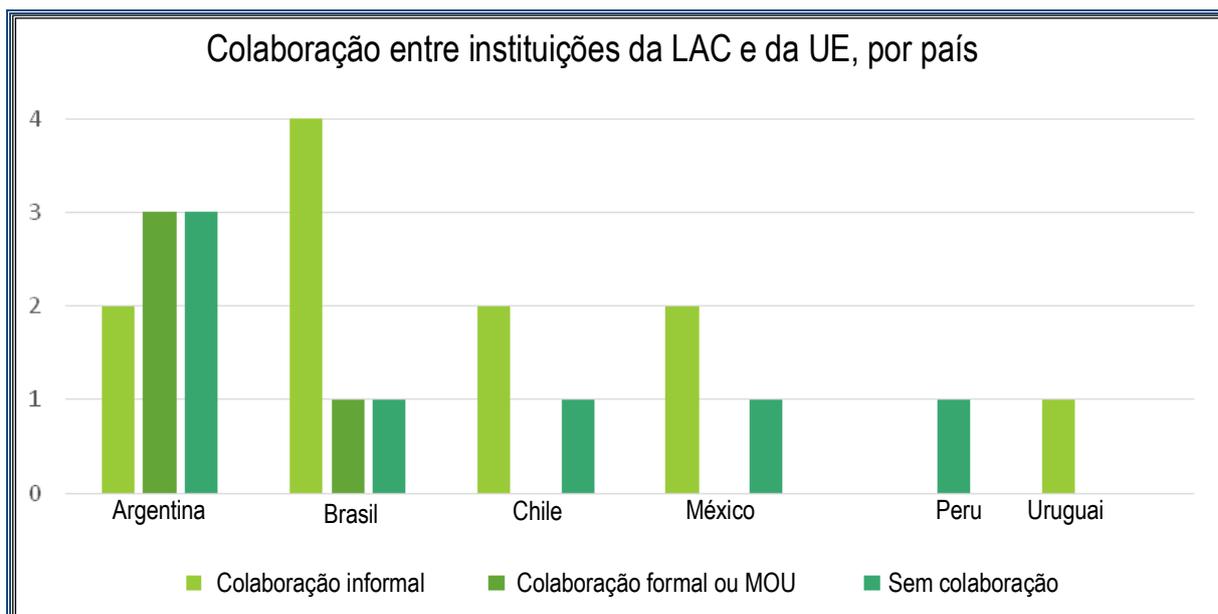


Figura 15. Colaborações entre laboratórios da LAC e da UE

### 3. Sem colaboração europeia

Sete pessoas pesquisadas disseram que a sua instalação não mantém qualquer colaboração com organizações europeias. Elas podem manter colaborações com organizações não-europeias.

### 4. Colaboração histórica/concluída

Duas pessoas pesquisadas disseram que colaboraram antes com organizações europeias, mas que não mantêm parcerias atuais.

## 2.2.7 Esquema nacional da biologia estrutural

Foi perguntado aos entrevistados se estavam cientes de um esquema nacional para a biologia estrutural. Também perguntaram a eles se sabiam se sua instalação fazia parte deste esquema, caso ele existisse. Isso avaliava se esses esquemas, comuns na Europa, são implantados na América Latina, e também quão bem eles se comunicavam com a comunidade da biologia estrutural. 24 entrevistados responderam a essa questão.

### 1. Não estão cientes do esquema ou ele não existe

14 das pessoas pesquisadas disseram que não estavam cientes de um esquema nacional, ou que ele não existia. Três dessas pessoas pesquisadas também disseram que havia um esquema anterior ou plano estratégico, que já tinha sido encerrado.

### 2. O esquema não existe

Cinco pessoas pesquisadas disseram que existe um esquema, ou pelo menos um plano estratégico ou recurso central para a biologia estrutural em seu país. Dessas, quatro estavam sediadas na Argentina.

### 3. Instalação fora do esquema

Três pessoas pesquisadas disseram que a sua instalação não faz parte de um esquema ou

plano estratégico. Duas delas não especificaram se estavam cientes de um esquema. Uma pessoa pesquisada disse que estava ciente de um plano nacional, mas que sua instalação não faz parte dele.

**4. A instalação está no esquema**

Duas pessoas pesquisadas disseram que a sua instalação faz parte de um esquema ou plano nacional.

**5. Não se sabem**

Duas pessoas pesquisadas disseram que não sabem.

### 3. Discussão e conclusões

Um dos resultados mais evidentes da análise é como o uso da infraestrutura de pesquisa não é uma necessidade isolada sentida pela comunidade de pesquisa. O uso eficiente da RI só é possível se muitas outras necessidades de pesquisa também estiverem implantadas. Muitos aspectos dos pontos levantados durante as discussões estão interconectados de forma evidente. O financiamento suficiente para a própria pesquisa é óbvio, mas está longe de ser a única limitação. Por exemplo, se as medições em uma instalação central de larga escada exigem a movimentação de amostras, então devem estar instalados mecanismos eficazes para garantir a integridade e a manipulação da amostra. Isso pode exigir o treinamento apropriado dos funcionários da alfândega, por exemplo, caso as amostras devam cruzar fronteiras. Ou, se estiverem envolvidas amostras de organismos patogênicos, então instalações adequadas de nível 2/3/4 de biossegurança precisam estar instaladas quando necessário. Isso requer investimento em infraestrutura, que pode ser menos óbvio aos formuladores de políticas e financiadores uma vez que não é, *per se*, um gerador de resultados científicos. Ainda assim, podia ser essencial para o sucesso ou o fracasso de determinados tipos de projeto.

Em geral, a compra de uma peça de equipamento específica é vista de maneira imprudente como sendo uma “solução” para um problema. Contudo, se não houver o respaldo do financiamento para a manutenção e a operação adequada por parte do pessoal técnico, então esse equipamento pode permanecer inativo por grandes períodos. No geral, isso parece ser uma necessidade de mudar a mentalidade na América Latina para gerar uma visão no longo prazo de vital importância estratégica que seja sustentável para a pesquisa e que naturalmente leve à exigência de esquemas.

Apesar das perguntas sobre temas preocupantes com que nos deparamos consistentemente, as entrevistas mostraram que a heterogeneidade das opiniões é bastante grande entre o nosso conjunto de pessoas pesquisadas em algumas questões críticas. As origens dessas diferenças são de investigação complexa a partir de um número limitado de entrevistas, mas em geral parecem estar associadas a importantes diferenças entre os países, o que era certamente esperado.

As seguintes funções críticas e limitações específicas foram identificadas:

## 3.1 Financiamento

### 3.1.1 Disposições gerais

O investimento em ciência e tecnologia nos países da América Latina em relação ao PIB ainda está bem abaixo do ideal, e significativamente abaixo dos países desenvolvidos em geral. O Brasil tem investido tradicionalmente cerca de 1% do PIB e os outros países bem menos. A situação deve piorar na medida em que a economia mundial se recupere da pandemia. A falta de financiamento obviamente causa um impacto em todos os aspectos da pesquisa científica, desde a manutenção de pequenos laboratórios individuais até as instalações nacionais. Este ponto foi levantado por diversas vezes durante as entrevistas e não se limita apenas à biologia estrutural. Embora percebido (corretamente) como sendo um fenômeno geral que se aplica à região como um todo, existe uma variação significativa de um país para o outro. O Brasil se destaca em termos de infraestrutura de pesquisa em biologia estrutural. Ele não somente tem o único síncrotron operacional na região (com uma linha de feixe funcional para cristalografia de proteínas), mas também aloja o único microscópio crioeletrônico de alta energia no subcontinente. Embora um segundo microscópio deva ser instalado em breve, também no Brasil, ainda há uma disponibilidade bastante limitada para essa importante tecnologia, quando comparado com outras regiões do mundo. De acordo com um recurso de mapa preenchido pelo usuário<sup>5</sup>, o hemisfério norte atualmente aloja a grande maioria de todos os microscópios crioeletrônicos de transmissão de alta energia adequados para análises de uma única partícula. É difícil imaginar a comunidade de pesquisa local progredindo sob essas circunstâncias.

A necessidade de perceber a pesquisa científica como um “investimento”, não como uma “despesa”, tem sido uma constante por muitos anos na região. Essa mentalidade deve mudar caso os países da América Latina recebam a sua oportunidade apropriada para que se tornem participantes significativos na etapa global.

### 3.1.2 Financiamento de viagem ou despacho de amostra

Ser capaz de ter acesso à infraestrutura externa é imprescindível para a pesquisa, pois isso reduz a necessidade da instalação de maquinário avançado em cada instalação, e permite que pesquisadores obtenham experiência, treinamento ou colaboração junto a especialistas externos. O acesso à instrumentação pelo mundo tornou-se mais trivial nos últimos anos, em especial devido ao advento da coleta de dados remotos (coleta de dados “Fedex”), que passou a ser particularmente popular entre os biólogos estruturais. Contudo, muitos pesquisadores na América Latina não têm financiamento suficiente para realizar visitas externas, sejam elas físicas ou remotas. Os custos de viagem e despacho geralmente devem ser pagos com o próprio subsídio da pesquisa e, em alguns casos, os pesquisadores usam seu próprio dinheiro para cobrir os custos.

A estatística das entrevistas mostra que mais infraestruturas estão disponíveis de forma remota ou virtual em comparação com a física, o que sugere que talvez um foco no aprimoramento do acesso remoto, reduzindo os custos de despacho ou tratando das questões burocráticas, possa pagar dividendos significativos no curto e no longo prazo.

---

<sup>5</sup> Listas de cryo-EMs biológicos de alta energia, cryo-FIB/SEMs e laboratórios de cryo-EM pelo mundo; <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=1eQ1r8BiDYfaK7D1S9EeFJEgkLggMyoaT&ll=3.81666561775622e-14%2C127.20100234399985&z=1>

### 3.1.3 Financiamento para infraestrutura interna permitindo boa preparação da amostra

A preparação da amostra é a primeira etapa fundamental na biologia estrutural. O acesso aos próprios equipamentos permite que se realizem experimentos complexos, mas todo o maquinário requer amostras corretamente preparadas para gerar resultados significativos.

A entrevista com pesquisadores na América Latina sugere que pode estar escassa, em muitos casos, a expertise na preparação de alta qualidade da amostra. Assim, mesmo quando um maquinário caro está disponível, algumas equipes de pesquisa não são capazes de fazer um uso pleno dele, pois as amostras não são de qualidade alta o suficiente para serem devidamente analisadas com os equipamentos.

É essencial haver um foco na infraestrutura interna e no treinamento dos pesquisadores para assegurar que as amostras sejam produzidas com a maior qualidade possível, para que se faça um uso pleno da infraestrutura externa e interna.

Parte disso vem da questão tão citada da importação de reagentes e amostras. Caso uma amostra seja insuficiente, e uma reposição não possa ser preparada durante um longo prazo devido a atrasos no recebimento dos principais reagentes/buffers, então a pressão na preparação correta da primeira amostra é significativa. Se houver falta de experiência ou de entendimento sobre como fazer isso, então isso pode gerar um aumento no tempo necessário para realizar o experimento, o que não é adequado para a pesquisa.

### 3.1.4 Manutenção e suporte técnico

Uma importante constatação da análise tem sido que apenas uma pequena proporção de pesquisadores recebe financiamento para a manutenção dos equipamentos da sua instalação. O sentimento geral é de que, embora o financiamento possa ser disponibilizado para a compra de equipamentos inicialmente, não existe financiamento futuro suficiente para efetivamente fazer a manutenção dos equipamentos, e certamente não existe financiamento suficiente para reparar os equipamentos caso quebrem. Várias pessoas pesquisadas disseram que sua instalação teve atualmente (ou até recentemente) uma peça importante do maquinário que estava inutilizável.

É crucial assegurar que exista financiamento suficiente das agências ou instituições nacionais para que seja feita a manutenção dos equipamentos. A aquisição de maquinário avançado é apenas a primeira etapa na infraestrutura em desenvolvimento da biologia estrutural, assim como é importante que o maquinário esteja em bom funcionamento para coletar resultados. Isso pode requerer mais cuidados dos fabricantes dos equipamentos para garantir que todos os pesquisadores tenham igual acesso às equipes de manutenção, ou para melhorar o treinamento e a contratação de técnicos nas próprias instalações. Por exemplo, algumas pessoas pesquisadas disseram que os fabricantes não enviarão uma pessoa para fazer o reparo na sua instalação devido à sua localização geográfica, e que optam por realizar o procedimento virtualmente, o que pode ser ineficaz. Também existe ampla evidência de que os fabricantes “retirarão de circulação” uma máquina após um determinado período, o que requer que as instalações recuperem regularmente os seus equipamentos, ou treinem técnicos para repará-los no caso de mau funcionamento, uma vez que o fabricante não enviará mais uma pessoa para fazer o reparo. O treinamento aumentado do pessoal técnico é crucial, bem como assegurar que exista financiamento suficiente para

contratar pessoal treinado. A expertise na manutenção de equipamentos especializados é limitada na região e seria benéfico o aumento da base de conhecimento dos equipamentos.

### **3.2 Treinamento**

O treinamento surgiu como um tópico constante nesta análise. Os pesquisadores precisam de mais treinamento do que está hoje disponível para que façam o uso eficiente da infraestrutura, então o seu planejamento futuro deverá ter o treinamento competente como principal elemento.

O treinamento deverá cobrir uma série de facetas na biologia estrutural. O treinamento em técnicas avançadas é essencial para a condução da pesquisa de ponta, e isso deve ser feito diretamente ou por meio de programas ou oficinas na América Latina, por intercâmbios de pessoal entre as instalações na região, ou entre instalações na América Latina e na Europa. O aprofundamento da compreensão das técnicas estruturais avançadas ajudará o crescimento da comunidade e melhorará a pesquisa conduzida na região.

Além disso, deverão ser devotados esforços ao treinamento dos pesquisadores na preparação da amostra e na produção de proteínas, geralmente negligenciadas como etapas essenciais da biologia estrutural. Sem isso, o acesso à infraestrutura avançada não oferecerá resultados significativos, o que pode levar a um desperdício de tempo e financiamento. A colocação de mais ênfase no treinamento dos pesquisadores nos aspectos mais amplos da biologia estrutural pode levar a benefícios significativos em termos de fornecimento de acesso, e pode ajudar a expandir cada vez mais a comunidade de biologia estrutural da América Latina.

### **3.3 Preparação da amostra**

#### **3.3.1 Saber como preparar uma amostra pode ser uma limitação**

A análise sugeriu que, embora exista uma necessidade evidente de investir no treinamento e no financiamento para maquinário e técnicas avançadas e sofisticadas da biologia estrutural, também é preciso ter cuidado com as estruturas de suporte de menor escala. O aumento do nível básico de treinamento na preparação da amostra e na produção de proteínas pagará dividendos significativos no futuro.

Atualmente, o uso de maquinário avançado na infraestrutura nacional ou regional é, na maior parte, realizado por cientistas ou técnicos no laboratório anfitrião. Dessa forma, o conhecimento detalhado de como operar os equipamentos não é totalmente necessário. Contudo, a preparação das amostras ou soluções para o estudo é a principal função dos próprios pesquisadores, e eles devem ter experiência ou treinamento em como desenvolver e armazenar corretamente a amostra para análise nos laboratórios externos, de modo a fazer o uso mais eficaz do tempo e do financiamento disponível.

A necessidade de investimento para pagar suporte técnico em tempo integral visando treinar e/ou ajudar os usuários com a preparação da amostra quando existe a infraestrutura é um tema comum.

#### **3.3.2 A infraestrutura local é necessária para validar a qualidade da amostra internamente antes das viagens para grandes centros de RI**

Além de aprimorar a experiência e o entendimento no nível da instalação quanto à preparação da amostra, a oferta de serviços de infraestrutura que podem validar e confirmar a qualidade da amostra antes do acesso físico ou remoto à RI avançada seria benéfica. Isso pode exigir a criação de “hubs” regionais, em que as amostras possam ser validadas. Um exemplo típico seria os microscópios eletrônicos de transmissão básicos. Esses são absolutamente essenciais para verificação da grade de microscópio em termos de qualidade da amostra antes que seja despachada para um centro de coleta de dados sofisticado. A ausência desses microscópios significa que as amostras em geral são de qualidade deficiente e que o tempo do microscópio sofisticado foi desperdiçado ou ineficiente, na melhor das hipóteses. Como é irrealista imaginar cada usuário tendo a sua própria infraestrutura local, o conceito de hubs regionais estrategicamente distribuídos pela América Latina é uma conciliação interessante. Assim, o dinheiro e os recursos valiosos do laboratório não são desperdiçados.

### **3.4 Burocracia local**

#### **3.4.1 Dificuldade em importar reagentes**

Nove entrevistados indicaram que a burocracia era um obstáculo para a sua pesquisa, com apenas dois entrevistados afirmando que a sua instituição oferecia suporte para isso. Nesse contexto, as pessoas pesquisadas disseram que os problemas burocráticos interferem na importação e na exportação de reagentes e amostras. Para os pesquisadores em áreas mais remotas da América Latina, o tempo da importação de reagentes ou equipamentos pode levar mais de um mês (geralmente MUITO mais do que um mês), retardando de forma significativa a pesquisa, exigindo maior planejamento e deixando pouco espaço para a flexibilidade e o erro na pesquisa. Contudo, o problema certamente não se limita àqueles em regiões remotas, e os pesquisadores em todos os países têm vivenciado problemas quando importam reagentes ou equipamentos.

Os principais problemas parecem ser devido à rigorosa burocracia na alfândega. Muitas pessoas pesquisadas citaram pacotes etiquetados como “material biológico” (ou similar) como sendo o problema, pois isso leva a atrasos significativos na autorização de aprovação do material. Algumas pessoas pesquisadas reclamam que até já vivenciaram atrasos na aquisição de equipamentos (béqueres, frascos, etc.) que foram retidos na alfândega, pois a embalagem estava etiquetada como “material biológico”, embora não contivesse qualquer material biológico ali. Este procedimento causa um grave impacto na velocidade e na eficiência da pesquisa por toda a região e deverá ser tratado. É extremamente difícil que os cientistas da América Latina sejam internacionalmente competitivos nessas circunstâncias, no entanto isso é ainda exigido deles por suas instituições de origem e órgãos de financiamento.

#### **3.4.2 Despachando amostras pela alfandega**

Outro problema burocrático enfrentado pelos pesquisadores é a exportação de amostras para infraestruturas de pesquisa acessadas remotamente. Isso requer a preparação das amostras na instituição de origem dos pesquisadores, que então as enviam para o laboratório anfitrião. Contudo, muitas pessoas pesquisadas indicaram que essas amostras em geral ficam retidas na alfândega por um tempo considerável. Isso é problemático em termos de amostras que têm um curto prazo antes de se tornarem inutilizáveis, especialmente se precisam ser mantidas no gelo. Os pesquisadores podem pagar custos de despacho aumentados, selecionar o método mais rápido de viagem, somente para a amostra que será retida na alfândega por um prazo maior, gastando

dinheiro e a amostra. A interação com as autoridades nacionais seria extremamente útil na geração de procedimentos “rápidos” para o intercâmbio de amostras científicas pelas fronteiras, protocolos que existem em muitas outras regiões do mundo.

### **3.4.3 Burocracia administrativa**

Os problemas burocráticos não se limitam à importação e exportação de materiais. Muitas pessoas pesquisadas também citaram exigências burocráticas e administrativas absurdas para pedidos de financiamento, o processo de solicitar infraestruturas de pesquisa e o processo de pedir subsídios/financiamento para manutenção.

Algumas pessoas pesquisadas disseram que sua instituição ajudava com esses problemas, mas muitas outras disseram que seus institutos não oferecem suporte quanto a isso. Esses pesquisadores precisaram aprender como administrar os inúmeros formulários, processos e documentos exigidos, ou tiveram que pagar por ajuda externa com a avassaladora burocracia.

### **3.5 Isolamento e falta de massa crítica**

Inúmeras pessoas pesquisadas sugeriram que existe uma falta de massa crítica na sua comunidade local/nacional de biologia estrutural. Os motivos mencionaram alunos que não cursavam biologia estrutural, bem como pessoas que desistiam de fato devido aos obstáculos delineados no início deste relatório. Para aqueles nas áreas mais remotas, isso é um problema até maior, pois a comunidade já é bem menor, para início de conversa. A introdução de hubs regionais fornecendo serviços de biologia estrutural para aqueles nessas regiões, sem a necessidade de acesso complexo/financiado até as instituições distantes, parece ser uma solução bastante interessante a ser desenvolvida.

### **3.6 Melhorando a comunicação**

O fato de que 57% das pessoas pesquisadas na pesquisa tomaram conhecimento das oportunidades nas infraestruturas de pesquisa externas por fontes de boca a boca sugere que existe espaço considerável para melhoria. Contudo, esta responsabilidade é mais dos próprios cientistas pesquisadores do que dos órgãos de financiamento, universidades e centros de pesquisa. O fornecimento de catálogos on-line para a infraestrutura nacional e regional, assim como o contato direto (malas diretas, contato institucional) para os pesquisadores pela LAC, seriam um benefício enorme. Além disso, apelar para uma presença maior das mídias sociais e para o comprometimento em comunicar as ofertas, convocações e oportunidades de treinamento podia ser uma medida eficaz.

### **3.7 Aspectos positivos**

Durante muitas das entrevistas, houve bastante entusiasmo por parte dos participantes. O campo da biologia estrutural, que está em um fluxo de mudança no momento, estimula seus praticantes. A existência do CEBEM como uma tentativa inicial de reunir a comunidade foi vista como um aspecto positivo. No geral, parece haver uma crença de que, considerando as condições corretas, os cientistas da América Latina são mais do que capazes de fazer contribuições significativas à biologia estrutural em todo o mundo. A iniciativa que coloca o CEBEM e o Instruct-ERIC em alinhamento também é altamente positiva e as chamadas de proposta para usar a Infraestrutura do Instruct são uma etapa na direção certa.

## 4. Recomendações aos formuladores de políticas, às instituições e à comunidade de pesquisa

### 4.1 Esquema

Parece evidente, a partir da análise, que há mais trabalho a ser feito para aumentar e administrar a comunidade de biologia estrutural na América Latina. Existe uma necessidade de um esquema regional para estabelecer objetivos, estratégias, prazos, marcos, financiamento, etc. Em outras palavras, existe a necessidade de uma visão definida e estratégica da biologia estrutural na LAC, incluindo suporte no longo prazo. O esquema deverá identificar sinergias regionais que possam levar à criação de infraestruturas de nível intermediário para viabilizar a pesquisa (ver “Hubs” na seção 4.5). Em geral não é apenas de uma questão de falta de financiamento, trata-se da incerteza associada ao financiamento que é normalmente prometido, mas não entregue. Qualquer esquema eficaz deve incorporar um compromisso sério por parte de todos os envolvidos, inclusive aqueles que fornecem os recursos (órgãos de financiamento ou governos). O próprio grupo de trabalho EU-LAC ResInfra pode ser um ponto de partida útil para a elaboração desse tipo de esquema. **A criação de algum tipo de esquema é vista como sendo um elemento essencial para o sucesso.**

### 4.2 Integração regional

Um esquema regional requer integração regional. Os cientistas devem agir como catalisadores para que isso aconteça. É preciso informar aos políticos em cada um dos países integrantes sobre a necessidade e as vantagens da integração local. A comunidade ainda é pequena e largamente distribuída, e muitos grupos se sentem isolados em pequenas universidades e centros de pesquisa. Devem ser feitos esforços para entrar em contato e informar os políticos em cada um dos países, para a criação de iniciativas regionais. Não obstante a considerável volatilidade política na região, parece que, quando tiver sido iniciada a conversa no nível ministerial, haverá maiores chances da criação de um esquema realista. **É essencial a conversação direta e a equipe de trabalho entre os líderes da comunidade científica e os formuladores de políticas científicas.**

### 4.3 Suporte institucional

É necessário haver um comprometimento por parte da instituição anfitriã da RI para o fornecimento de dinheiro, manutenção e, principalmente, pessoal de suporte treinado. Contudo, deve haver mecanismos definidos para garantir que as instituições de origem cumpram as suas obrigações. Dessa forma, é desejável que os órgãos de financiamento exijam um compromisso assinado por parte da instituição anfitriã visando garantir o uso eficiente dos equipamentos antes de tomar a decisão de financiar ou não. A FAPESP (no Brasil) recentemente implantou essa política com respeito ao seu Programa de Equipamento Multiusuário. **Os órgãos de financiamento deverão ser encorajados a investir nas convocações desse Equipamento Multiusuário para otimizar recursos e fortalecer a infraestrutura de pesquisa. Isso incluirá a prática de demandar um comprometimento quanto à manutenção e à alocação de pessoal em nome das instituições destinatárias. O crédito apropriado das instituições e do sistema científico para o pessoal da RI também é extremamente importante, para assegurar a valorização das carreiras dos recursos humanos.**

#### 4.4 Estratégias de treinamento

É evidente a necessidade crônica de aprimoramentos no treinamento do quadro de pessoal. O financiamento para isso pode ser incluído como parte de projetos que dão suporte à RI. Isso pode incluir dinheiro para viagem para treinamento do quadro de cientistas e técnicos aos centros criados no mundo inteiro. Os cursos para o treinamento de alunos já são abundantes na região. Estes são eficazes até um determinado ponto, mas podem ser limitados caso o aluno não seja capaz de implantar seu novo conhecimento ao voltar para casa. Esses cursos, então, deverão ser vistos como parte de um pacote que envolve os outros itens destacados neste documento. Uma iniciativa da FAPESP nos últimos anos (SMolBNet – “Structural Molecular Biology Network”, *Rede de Biologia Molecular Estrutural*) pode servir como exemplo. Em uma de suas versões, os pós-doutorados foram compartilhados entre um grupo de biologia estrutural de um lado e um laboratório de biologia molecular/celular do outro. O objetivo era “contaminar” a comunidade de pesquisa com o uso de instrumentos básicos da biologia estrutural. A meta era aumentar o reconhecimento do valor da biologia estrutural e aprimorar o treinamento básico em uma comunidade mais ampla (particularmente com respeito à preparação da amostra). Ao reunir os laboratórios, isso também trazia a vantagem de compartilhar recursos e otimizar o seu uso. O CEBEM, se financiado de forma adequada, pode desempenhar um papel catalisador importante no processo. **Iniciativas desse tipo deverão ser encorajadas.**

#### 4.5 Estratégias de comunicação

Pode parecer que a comunicação seja algo casual. A comunidade precisa estar mais bem conectada. Iniciativas como o CEBEM são bem-vindas e devem ser fortalecidas. Isso requer estrutura e transparência mais formais e, principalmente, melhor articulação com formuladores de políticas e órgãos de financiamento. Em teoria, esta seria um componente integral de um esquema regional que requer integração no nível governamental. E seria viabilizada pela criação de **hubs regionais**. Eles são vistos como laboratórios equipados com instrumentação de nível intermediário, que não é uma instalação de coleta de dados completa, nem um laboratório doméstico. Os microscópios básicos são um bom exemplo, pois ainda são muito caros para a maioria dos grupos, mas fornecem os meios para avaliar amostras antes da coleta de dados em uma instalação central (normalmente fora da região). Por estarem estrategicamente distribuídos, eles também servem para melhorar a comunicação e a experiência entre os membros da comunidade que atendem. **É recomendada a procura por financiamento para implantar e manter os hubs regionais. Também é encorajado o fortalecimento do papel do CEBEM e a ampliação de seu alcance.**

#### 4.6 Colaboração internacional

A atual iniciativa é um resultado dos esforços colaborativos anteriores entre CEBEM e Instruct-ERIC. Este tipo de iniciativa precisa ser fortalecido e ampliado. Embora muitas instituições na América Latina tenham agora MOUs assinados com o Instruct para viabilizar o acesso à infraestrutura, ainda existe espaço de sobra para expansão. **O fortalecimento de vínculos entre a América Latina e o mundo desenvolvido é essencial para seguir adiante.**

### 5. Metodologia

## **5.1 Estabelecendo contatos na América Latina**

A primeira tarefa para o grupo de trabalho foi estabelecer os contatos que estariam sujeitos à análise de cenário. O grupo de trabalho é composto por representantes da Argentina, Uruguai e Brasil, assim como por instituições europeias. Os membros do grupo de trabalho identificaram todos os contatos disponíveis na pesquisa da América Latina, independentemente da localização ou do estágio da carreira; a intenção era entender as opiniões e os desafios enfrentados por todos os biólogos estruturais na América Latina.

A lista de contatos foi criada para ser uma lista abrangente de contatos de biologia estrutural na América Latina, elaborada pelo grupo de trabalho. O objetivo era que os contatos chegassem a um acordo quanto a países, funções e gêneros representados. A lista final de contatos cobria oito países na América Latina e nove funções acadêmicas diferentes. 281 pessoas foram identificadas e contatadas com a pesquisa.

## **5.2 Pesquisa**

A pesquisa era composta por 19 perguntas. Uma série delas eram perguntas administrativas preliminares, para obter um entendimento sobre em qual país e instituição a pessoa pesquisada estava trabalhando, bem como seu atual estágio da carreira. Pediam também às pessoas pesquisadas que especificassem que tipo de instituição era a sua instalação.

A próxima seção da pesquisa se concentrava no acesso da pessoa pesquisada às infraestruturas de pesquisa externas – se elas utilizavam equipamentos ou maquinário nas instituições que não fossem seus próprios, como parte da sua pesquisa. Esta era uma pergunta para resposta Sim/Não; qualquer pessoa pesquisada que respondesse “Não” era direcionada para a próxima seção da pesquisa. Com respeito ao acesso à infraestrutura externa, perguntavam às pessoas pesquisadas a localização da instituição externa (por região, por ex., América Latina, Europa, EUA, etc.), as técnicas ou serviços que usavam ali e como tinham tomado conhecimento da disponibilidade da infraestrutura.

A próxima seção da pesquisa se concentrava na infraestrutura que a própria instituição da pessoa pesquisada oferecia a pesquisadores externos, se houvesse. Esta seção perguntava quais serviços a instituição oferecia no total, e quais estavam disponíveis especificamente para usuários externos. Além disso, de onde eram esses usuários externos (por ex., institucionais, nacionais, internacionais).

A seção final da pesquisa perguntava às pessoas pesquisadas se havia quaisquer técnicas ou serviços a que elas não tinham acesso e se a sua pesquisa estava sendo prejudicada por não ser capaz de utilizar esses equipamentos. A pesquisa perguntava as técnicas ou serviços em que a pessoa pesquisada precisava de treinamento especializado para usar. Elas também eram perguntadas se havia quaisquer obstáculos que impediam o seu acesso a infraestruturas de pesquisa externas.

As pessoas pesquisadas eram convidadas a encaminhar quaisquer comentários gerais que julgassem apropriados, e eram perguntadas se estavam de acordo em ser contatadas novamente no futuro.

### 5.3 Entrevistas preliminares

Depois da pesquisa, a meta era obter respostas mais detalhadas das pessoas pesquisadas visadas, sob a forma de entrevistas conduzidas pelo grupo de trabalho.

Primeiro, foi realizada uma rodada de entrevistas preliminares. Essas foram feitas com sete entrevistados especificamente selecionados. Para a primeira rodada, era importante assegurar uma gama mais ampla possível de locais, estágios da carreira, gêneros e tipos de instituição. Dessa maneira, quaisquer perguntas que não tivessem sido levadas em consideração pelo grupo de trabalho podiam ser capturadas e usadas na segunda rodada de entrevistas. Os entrevistados selecionados para a rodada preliminar, então, eram adequados conforme esses critérios.

Esta rodada preliminar de entrevistas foi elaborada para aperfeiçoar o questionário e garantir que cobrisse os tópicos importantes e removesse quaisquer perguntas redundantes.

A entrevista foi concebida por um questionário desenvolvido pelo grupo de trabalho. O questionário era dividido em quatro seções:

1. Informações administrativas para identificar o entrevistado
2. Sobre sua pesquisa
3. Infraestrutura da pesquisa como um usuário
4. Infraestrutura da pesquisa como um provedor

A primeira seção foi basicamente preenchida com as respostas já fornecidas pelo entrevistado, declarando o local da sua instituição, seu estágio da carreira e também se havia quaisquer outras pessoas que ele recomendaria como contato para a entrevista.

A segunda seção se baseava na pesquisa do entrevistado, para se ter uma ideia daquilo em que ele trabalhava, as técnicas que usava e quais os principais desafios sociais que pretendiam abordar na sua pesquisa. Uma pergunta importante nesta seção, então, perguntava aos entrevistados quais os principais obstáculos ou impedimentos à sua pesquisa. Essa era uma oportunidade de fornecer explicações detalhadas sobre o que estava impedindo a sua pesquisa, como isso afetava a eles ou à sua equipe e o que poderiam sugerir para modificar isso. A próxima pergunta seguia esse pensamento, indagando como a própria instituição do entrevistado fornecia suporte a quaisquer impedimentos, se ocorressem. A pergunta final nesta seção perguntava como o entrevistado era avaliado por sua organização e como ele defendia a sua pesquisa.

A seção três era baseada nas experiências do entrevistado como um usuário da infraestrutura externa. Esta seção só podia ser preenchida caso o entrevistado tivesse de fato acesso à infraestrutura externa. Caso não tivesse, a seção deveria ser pulada.

A seção três analisava os principais componentes do acesso a RIs externas como um usuário: as técnicas e os serviços acessados, como o usuário consegue financiamento para o acesso e a viagem, qual treinamento está disponível na instalação quando é fornecido o acesso, e quais as infraestruturas de pesquisa ou as técnicas eles gostariam de acessar, mas não podem ainda. A seção também dá uma oportunidade para que o entrevistado forneça informações adicionais sobre o acesso à infraestrutura externa, que possam não ter sido cobertas nas perguntas iniciais.

A quarta seção era destinada a entender as experiências do entrevistado como um fornecedor de infraestrutura para usuários externos. Esta seção também podia ser pulada caso a instituição do entrevistado não fornecesse acesso a usuários externos, ou pelo menos se eles não tivessem conhecimento suficiente sobre como era administrado/fornecido o acesso.

A seção quatro prosseguia: como é administrado o acesso na instalação, quem está qualificado para pedir, como ele é anunciado ou promovido, se existe um catálogo de serviços e tecnologias centralizado, se o treinamento é fornecido por pessoal especializado, se a instalação pode ser acessada remota ou fisicamente, ou de ambas as formas, e uma estimativa sobre quantos equipamentos estão disponíveis para usuários externos e se estas informações são coletadas e registradas. Além disso, o entrevistado é perguntado se está ciente de quaisquer planos para colaborar com as infraestruturas de pesquisa europeias no futuro, ou se está ciente de planos para atualizar ou expandir a sua própria instalação.

Ao final do questionário, há uma pergunta com respeito ao seu conhecimento sobre algum esquema de biologia estrutural no seu governo nacional ou regional, análogo ao ESFRI na Europa. O questionário termina com uma oportunidade final para que o entrevistado forneça seus próprios pensamentos sobre o cenário da biologia estrutural na América Latina.

Todas as entrevistas foram gravadas com o propósito de assegurar que as informações registradas estavam todas corretas – assim que as gravações tivessem sido analisadas, elas seriam apagadas. Os entrevistados, por fim, receberam a versão final do questionário para a sua própria análise; eles foram convidados a assegurar que todas as informações eram exatas e a acrescentar quaisquer informações adicionais que não tenham sido cobertas na entrevista. Todas as entrevistas preliminares foram realizadas pelos mesmos dois membros do grupo de trabalho.

#### **5.4 Segunda rodada de entrevistas**

Após as entrevistas preliminares, o questionário foi atualizado para a segunda rodada de entrevistas. Isso envolveu a remoção de certas perguntas redundantes que em geral já tinham sido respondidas durante as perguntas anteriores. Além disso, novas perguntas e sugestões foram acrescentadas. Por exemplo, com respeito aos impedimentos que os entrevistados tinham contra a sua pesquisa, foram incluídos obstáculos comumente citados na pergunta como sugestão, para ajudar o entrevistado a pensar sobre quaisquer formas pelas quais sua pesquisa pudesse ser obstruída. Outra pergunta adicional dizia respeito a ferramentas de computação, um aspecto às vezes negligenciado do fornecimento da infraestrutura da biologia estrutural, e um tópico que não estava coberto no questionário de entrevista inicial.

A segunda rodada de entrevistas foi conduzida por todos os membros do grupo de trabalho – um entrevistador mais um anotador, com o entrevistado. Os entrevistados foram selecionados novamente a partir da diversidade de sua localização, gênero, estágio da carreira e tipo de instituição, mas também com base na resposta a algumas das perguntas na pesquisa inicial. Por exemplo, uma pessoa pesquisada que tenha respondido não ter acesso algum à infraestrutura externa pode ter sido escolhido para a entrevista, para que se compreendesse o motivo disso e o que podia ser feito para tornar o acesso externo uma possibilidade atraente.

Além disso, também eram contatados quaisquer nomes fornecidos pelos entrevistados anteriores como sugestões para futuras entrevistas. No total, 32 pessoas foram convidadas a participar da segunda rodada de entrevistas.

O número total de pessoas entrevistadas como parte da segunda rodada foi de 22. Das 10 pessoas restantes contatadas, 5 não responderam e 4 explicaram que não trabalhavam com biologia estrutural, de modo que sentiam não poder fornecer informações úteis para a entrevista. A outra pessoa explicou que não trabalhava mais como pesquisador e que agora era um formador de política em uma representação federal no seu país. Ainda houve uma conversa com esta pessoa pesquisada, para coletar dados sobre como a política é feita em ciência e tecnologia na América Latina, mas isso não está incluído na análise da biologia estrutural.

## 6. Apêndice

### 6.1 Formulário da pesquisa

1. Nome
2. Nome do cargo
3. Nome da organização
4. Endereço do site da organização
5. Endereço da organização
6. Tipo da organização
7. Você usa infraestruturas de pesquisa externas (serviços, equipamentos ou tecnologias) não disponíveis em seu laboratório de origem?
8. Caso positivo, especificar qual área.
9. Especificar o local da infraestrutura de pesquisa externa
10. Como você tomou ciência disso?
11. O seu instituto oferece infraestruturas de pesquisa em uma ou mais das seguintes áreas?
12. Essas infraestruturas de pesquisa estão disponíveis para usuários externos?
13. Quais dessas infraestruturas de pesquisa estão disponíveis para usuários externos?
- 14.** Que nível de acesso está disponível?
15. A sua pesquisa está sofrendo por falta de infraestrutura? Caso positivo, especificar em qual área.
16. Você precisaria de treinamento quanto ao uso da infraestrutura de pesquisa disponível? Caso positivo, especificar em qual área.
17. Quais são as principais limitações ao acesso da infraestrutura de pesquisa que você precisa para a sua pesquisa?
18. Comentários gerais
19. Você gostaria de ser contatado por nós para um follow-up da sua resposta à pesquisa? Caso positivo, pedimos que forneça o endereço de e-mail.