

DIEGO NASCIMENTO

**ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE UNIVERSIDADES DE ACORDO COM A
NORMA ISO/IEC 17025: UMA ANÁLISE DO CONTEXTO NO BRASIL E ALEMANHA.**

DIEGO NASCIMENTO

**ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS DE UNIVERSIDADES DE ACORDO COM A
NORMA ISO/IEC 17025: UMA ANÁLISE DO CONTEXTO NO BRASIL E ALEMANHA.**

Tese de Doutorado apresentada ao Conselho de Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica.

Área de concentração: Gestão da Qualidade e Engenharia organizacional

Orientador: Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias

Guaratinguetá - SP
2024

N244a	Nascimento, Diego Acreditação de laboratórios de universidades de acordo com a Norma ISO/IEC 17025: uma análise do contexto no Brasil e Alemanha / Diego Nascimento – Guaratinguetá, 2024. 104 : il. Bibliografia: f. 80-86 Tese – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2024. Orientador: Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias 1. Gestão da qualidade total. 2. Laboratórios de engenharia. 3. Normas técnicas (Engenharia). 4. Certificação. I. Título. CDU 658.56(043)
-------	--

Luciana Máximo
Bibliotecária CRB-8/3595

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Esta tese contribui no âmbito educacional ao descrever o perfil atual dos laboratórios das universidades acreditados na norma ISO/IEC 17025, tanto no Brasil quanto na Alemanha. Além disso, ao relatar todas as vantagens e desafios do processo de acreditação dos laboratórios, as universidades interessadas podem se preparar de maneira mais eficaz, potencializando assim a taxa de aprovação. Dessa forma, fomenta-se o desenvolvimento de atividades acadêmicas e pesquisas científicas laboratoriais, promovendo o intercâmbio e internacionalização de laboratórios de universidades brasileiras e alemãs.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This thesis contributes to the educational field by describing the current profile of university laboratories accredited under the ISO/IEC 17025 standard, both in Brazil and Germany. Additionally, by detailing all the advantages and challenges of the laboratory accreditation process, interested universities can prepare more effectively, thereby enhancing their approval rates. In this way, the development of academic activities and laboratory scientific research is fostered, promoting the exchange and internationalization of university laboratories in Brazil and Germany.



Documentos defesa - Diego Nascimento

Data e Hora de Criação: 12/08/2024 às 19:36:06

Documentos que originaram esse envelope:

- folha de rosto.pdf (Arquivo PDF) - 1 página(s)



Hashs únicas referente à esse envelope de documentos

[SHA256]: 6e843f508389ca1dfc0425973d95bc05b5a7258d9fc4919841b0c562bb1690c2

[SHA512]: 163c68a1912d32a48aa5f12c629b31bf17ac50142b0fcdc2884126b2c216a1745265ad8818f0522dc9375369f41054682e01b52da25f7da938e6ec6bbbd8d4a

Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope



ASSINADO - Prof. Dr. Cleocir Jose Dalmaschio (cleocir.dalmaschio@ufes.br)

Data/Hora: 12/08/2024 - 19:39:15, IP: 200.137.65.100

[SHA256]: fcdc82fd21318d7ef524eb9e6ad8fd2ebc1124fb6c99038293876aad3142bc0c



ASSINADO - Prof. Dr. João Andrade de Carvalho Júnior (ja.carvalho@unesp.br)

Data/Hora: 13/08/2024 - 19:35:17, IP: 138.121.252.25

[SHA256]: 0f0923bc47eabd53219c0d7bcc74f5cd4b4abbba3c474ff34aeb6a73c30ddd45



ASSINADO - Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias (mauro.h.mathias@unesp.br)

Data/Hora: 12/08/2024 - 23:24:59, IP: 179.119.120.248, Geolocalização: [-23.537839, -46.668767]

[SHA256]: 5b21e24cdf69c7effb41b42d0d717812c1442e817d4443a95869f3241e0ab3c2



ASSINADO - Prof. Dr. Messias Borges Silva (messias.silva@unesp.br)

Data/Hora: 14/08/2024 - 13:38:51, IP: 177.51.219.52, Geolocalização: [-22.745383, -45.096572]

[SHA256]: 921f0f5204aec76030a0a66403572ea71feec7508254d83a351cf23b3bce49ca



ASSINADO - Prof. Dr. Roberto Silva Netto (roberto.netto@facens.br)

Data/Hora: 13/08/2024 - 07:48:02, IP: 191.193.62.105

[SHA256]: 2de94e7bfc8a7d6eedc8c53994d331834c9bbf47b9a887f5b4a1d5c6c814d33d

Histórico de eventos registrados neste envelope

14/08/2024 13:38:51 - Envelope finalizado por messias.silva@unesp.br, IP 177.51.219.52
14/08/2024 13:38:51 - Assinatura realizada por messias.silva@unesp.br, IP 177.51.219.52
14/08/2024 13:38:44 - Envelope visualizado por messias.silva@unesp.br, IP 177.51.219.52
13/08/2024 19:35:17 - Assinatura realizada por ja.carvalho@unesp.br, IP 138.121.252.25
13/08/2024 07:48:02 - Assinatura realizada por roberto.netto@facens.br, IP 191.193.62.105
13/08/2024 07:47:54 - Envelope visualizado por roberto.netto@facens.br, IP 191.193.62.105
12/08/2024 23:24:59 - Assinatura realizada por mauro.h.mathias@unesp.br, IP 179.119.120.248
12/08/2024 23:24:29 - Envelope visualizado por mauro.h.mathias@unesp.br, IP 179.119.120.248
12/08/2024 19:39:15 - Assinatura realizada por cleocir.dalmaschio@ufes.br, IP 200.137.65.100
12/08/2024 19:39:10 - Envelope visualizado por cleocir.dalmaschio@ufes.br, IP 200.137.65.100
12/08/2024 19:36:41 - Envelope registrado na Blockchain por cleocir.dalmaschio@ufes.br, IP 200.137.65.100
12/08/2024 19:36:40 - Envelope encaminhado para assinaturas por cleocir.dalmaschio@ufes.br, IP 200.137.65.100
12/08/2024 19:36:06 - Envelope criado por cleocir.dalmaschio@ufes.br, IP 200.137.65.100

DADOS CURRICULARES

DIEGO NASCIMENTO

NASCIMENTO	23.12.1980 Seeheim-Jugenheim / Alemanha
FILIAÇÃO	Nazem Nascimento Marta Leite da Silva Nascimento
2016	Especialista em Sistema de Gestão da Qualidade / Especialista SGS Academy
2010/2012	Master of Arts in International Management / Mestre Steinbeis Hochschule Berlin
2010/2011	MBA em Administração de Negócios / Especialista Instituto Mauá de Tecnologia.
2001/2009	Engenharia Mecânica / Engenheiro Mecânico Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá – UNESP
1995/1997	Colégio Técnico em Mecânica / Técnico em Mecânica Colégio Técnico e Industrial de Guaratinguetá – UNESP

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus que me trouxe até aqui, me direcionando em cada decisão que tomei ao longo de minha vida.

ao meu orientador, Prof. Dr. Mauro Hugo Mathias que acreditou neste projeto e me deu suporte em todas as fases desta tese.

à minha esposa Patricia e meus filhos Thais e Miguel, por sempre estarem ao meu lado, sempre acreditarem em mim e sempre me apoiarem.

aos meus pais e Doutores Marta e Nazem, ao meu irmão e Doutor Andreas, que me serviram de inspiração na busca de mais esta conquista na minha carreira profissional.

às funcionárias da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela dedicação, presteza e principalmente pela vontade de ajudar.

aos funcionários da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, principalmente da pós-graduação, pelo suporte em várias questões levantadas ao longo do período de doutorando.

Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.

Ayrton Senna

RESUMO

Como parte das atividades acadêmicas e de pesquisas desenvolvidas pelas instituições de ensino superior, as atividades laboratoriais são cruciais para inúmeros cursos. A acreditação de laboratórios é um processo essencial para garantir a confiabilidade e a qualidade dos resultados obtidos. A ISO/IEC 17025 é uma norma internacional que estabelece os requisitos gerais para a competência dos laboratórios de ensaios e calibrações. Com o objetivo de comparar o contexto da acreditação de laboratórios das universidades do Brasil e Alemanha, foi realizada uma pesquisa de natureza básica, através de revisão bibliográfica de artigos, teses e outras publicações, além de dados obtidos por meio de censos governamentais. Uma abordagem qualiquantitativa foi utilizada ao se gerar indicadores com base no perfil dos laboratórios acreditados, além da análise de respostas obtidas por meio da submissão de questionários. A análise revelou que o assunto possui grande impacto em ambos os países, uma vez que de acordo com o censo de 2018, no Brasil há um total de 8.400.000 universitários, 2.608 IES e apenas 38 laboratórios acreditados, ou seja, 1,46% do total. A Alemanha por sua vez possui 2.868.222 universitários, 425 IES e 128 acreditados, ou seja, 30,11% do total. Concluiu-se que na Alemanha, os estados com maior PIB são os que possuem maior concentração de laboratórios acreditados. Já no Brasil, esta maior concentração está localizada na região sul, região esta que possui proximidade cultural considerável com a Alemanha. Além disto, percebeu-se que no Brasil não existe a cultura de se implementar sistemas de gestão da qualidade nas universidades. Já na Alemanha, o fato de as universidades terem um viés mais prático e com uma relação forte com a indústria, faz com que a certificação e acreditação não sejam apenas importantes, mas em alguns casos, necessárias. O questionário mostrou que os principais benefícios apontados foram o aumento do faturamento através da prestação de serviços, aumento de parcerias com laboratórios e instituições e destaque perante concorrentes. Vale ressaltar que dentre os benefícios citados, o aumento do faturamento foi o objetivo mais buscado e alcançado por 83% das universidades brasileiras. Para alcançar estes resultados, é essencial que os laboratórios já estejam atuando no mercado de prestação de serviços e que tenham a dinâmica de negócios no seu dia a dia, além do apoio da alta direção durante todo projeto. No entanto, o alto custo do processo foi apontado como barreira para muitas universidades, mas que pode ser contornado com iniciativas federais ou estaduais, como financiamentos oferecidos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), através da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) ou pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, por exemplo.

PALAVRAS-CHAVE: Laboratórios de universidades; Acreditação de laboratórios de ensaio e calibração; ABNT NBR ISO/IEC 17025; Sistema de Gestão da Qualidade; Relação Brasil e Alemanha.

ABSTRACT

As part of the academic and research activities developed by higher education institutions, laboratory activities are crucial for numerous courses. The accreditation of laboratories is an essential process to ensure the reliability and quality of the results obtained. ISO/IEC 17025 is an international standard that establishes the general requirements for the competence of testing and calibration laboratories. In order to compare the context of accreditation of laboratories at universities in Brazil and Germany, a basic research was conducted through a bibliographic review of articles, theses and other publications, in addition to data obtained through government censuses. A qualitative and quantitative approach was used to generate indicators based on the profile of accredited laboratories, in addition to the analysis of responses obtained through the submission of questionnaires. The analysis revealed that the topic has significant impact in both countries, as according to the 2018 census, Brazil has a total of 8,400,000 university students, 2,608 higher education institutions (HEIs), and only 38 accredited laboratories, representing 1.46% of the total. Germany, on the other hand, has 2,868,222 university students, 425 HEIs, and 128 accredited laboratories, representing 30.11% of the total. It was concluded that in Germany, the states with the highest GDP are those with the highest concentration of accredited laboratories. In Brazil, this highest concentration is in the southern region, a region that has considerable cultural proximity to Germany. In addition, it was noted that in Brazil there is no culture of implementing quality management systems in universities. In Germany, however, the fact that universities have a more practical bias and a strong relationship with industry makes certification and accreditation not only important, but in some cases, necessary. The questionnaire showed that the main benefits identified included increased revenue through service provision, increased partnerships with laboratories and institutions, and prominence over competitors. It is worth noting that among the cited benefits, revenue increase was the most sought-after and achieved by 83% of the universities. To achieve these results, it is essential that laboratories are already engaged in the service provision market and incorporate business dynamics into their daily operations, along with the support of senior management throughout the project. However, the high cost of the process was identified as a barrier for many universities, which can be overcome through federal or state initiatives, such as funding offered by the Ministry of Science, Technology, and Innovation (MCTI) through the Funding Authority for Studies and Projects (FINEP) or by the São Paulo Research Foundation (FAPESP), for example.

KEYWORDS: University laboratories; Laboratory accreditation; ISO/IEC 17025; Quality Management System; Brazil and Germany relation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação da interação entre ISO 9001 e ISO/IEC 17025	16
Figura 2 - Mapa do Ensino Superior Brasil (2019)	19
Figura 3 - Sistemas de Gestão da Qualidade aplicáveis a laboratórios de ensaio	27
Figura 4 - Evolução da acreditação de laboratórios de universidades nas últimas décadas	28
Figura 5 - Relação entre laboratórios acreditados na América	31
Figura 6 - Comparação entre total de laboratórios de universidades acreditados nos BRICS	33
Figura 7 - Representação da metodologia utilizada	42
Figura 8 - Total de laboratórios de universidades acreditados por ano	45
Figura 9 - Distribuição dos laboratórios de universidades acreditados	45
Figura 10 - Distribuição de laboratórios acreditados por estado	46
Figura 11 - Distribuição geográfica de laboratórios acreditados por área de atuação	46
Figura 12 - Distribuição de laboratórios por área de atuação	47
Figura 13 - Distribuição geográfica dos laboratórios de universidades acreditados na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 no Brasil	48
Figura 14 - Total de universitários por laboratório acreditado.	49
Figura 15 - Disponibilidade de IES e laboratórios acreditados por estado	49
Figura 16 - Relação entre total de laboratórios acreditados e total de IES	50
Figura 17 - Relação entre total de laboratórios acreditados e total de IES	50
Figura 18 - Proporção entre os tipos de universidades com laboratórios acreditados	51
Figura 19 - Área de atuação dos laboratórios participantes	51
Figura 20 - Situação do laboratório em relação à acreditação	52
Figura 21 - Principais dificuldades/barreiras encontradas no processo de acreditação	52
Figura 22 - Quantidade de pessoas envolvidas diretamente no processo de acreditação	54
Figura 23 - Quantidade de pessoas envolvidas indiretamente no processo de acreditação	55
Figura 24 - Quantidade de pessoas que trabalham efetivamente no laboratório	55
Figura 25 - Verificação de benefícios oriundos da acreditação	56
Figura 26 - Verificação do aumento da Qualidade nos processos de desenvolvimento de pesquisas do laboratório após a acreditação	56
Figura 27 - Custos envolvidos no processo de acreditação	57
Figura 28 - Impacto por área nos gastos totais da acreditação	57
Figura 29 - Expectativa de objetivos a serem alcançados após o processo de acreditação	58
Figura 30 - Objetivos realmente alcançados após o processo de acreditação	59
Figura 31 - Seu laboratório recomendaria a acreditação?	59
Figura 32 - Lições aprendidas durante o processo de acreditação	60
Figura 33 - Distribuição dos laboratórios de IES acreditados	62
Figura 34 - Distribuição de laboratórios acreditados por estado	62
Figura 35 - Distribuição geográfica de laboratórios acreditados por área de atuação	63
Figura 36 - Distribuição de laboratórios por área de atuação	64
Figura 37 - Distribuição geográfica dos laboratórios de IES acreditados na norma ISO/IEC 17025 na Alemanha	65
Figura 38 - Total de universitários por laboratório acreditado	65
Figura 39 - Disponibilidade de IES e laboratórios acreditados por estado	66
Figura 40 - Relação entre total de laboratórios acreditados e total de IES	66
Figura 41 - Relação entre total universitários e total de IES	67
Figura 42 - Comparação área de atuação de laboratórios de IES acreditados	67
Figura 43 - Distribuição por área de atuação e por estado	68
Figura 44 - Distribuição dos Lab. acreditados por estado	69
Figura 45 - Distribuição de laboratórios acreditados, PIB, IES e universitários no Brasil	70

Figura 46 - Distribuição de laboratórios acreditados, PIB, IES e universitários na Alemanha	71
Figura 47 - Comparação do total de universitários	72
Figura 48 - Oferta de universidades	72
Figura 49 - Comparação entre total de Lab. de IES acreditados	72
Figura 50 - Relação entre total de Lab. acreditados e total de IES.....	73
Figura 51 - Relação entre total de universitários por Lab. acreditado.....	73
Figura 52 - Comparação entre PIB e n.º de IES acreditados por estado	74
Figura 53 - Compilação geral entre os principais indicadores	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas gerais do censo da educação superior 2019.....	18
Tabela 2 - Visão parcial do banco de dados do Brasil	43
Tabela 3 - Visão parcial do banco de dados da Alemanha.....	43
Tabela 4 - Relação entre nº de laboratórios acreditados, PIB, nº de universitários e nº de universidade.....	47
Tabela 5 - Relação entre nº de laboratórios acreditados, PIB, nº de universitários e nº de IES63	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnica
CGCRE	Coordenação Geral de Acreditação
CHEA	<i>Council for Higher Education Accreditation</i> (Conselho de Acreditação do Ensino Superior)
USDE	<i>US Department of Education</i> (Departamento de educação dos Estados Unidos)
DAkkS	<i>Deutsche Akkreditierungsstelle</i> (Órgão de Acreditação Alemão)
DEC-LEB	Divisão de Ensaaios e Calibração do Laboratório de Engenharia Biomédica
EPUSP	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
EUA	Estados Unidos da América
EA	<i>European Cooperation for Accreditation</i> (Cooperação Europeia de Acreditação)
EN	Norma Europeia
GPD	<i>Gross Domestic Product</i> (Produto Interno Bruto)
HEI	<i>Higher Education Institution</i> (Instituição de Ensino Superior)
HE	Hospitais de Ensino
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> (Comissão Eletrotécnica Internacional)
IES	Instituição de Ensino Superior
ILAC	<i>International Laboratory Accreditation Cooperation</i> (Cooperação Internacional de acreditação de laboratórios)
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
PTB	<i>Physikalisch-Technische Bundesanstalt</i> (Instituto Nacional de Metrologia da Alemanha)
IAF	<i>International Accreditation Forum</i>
IP	Instituto de Pesquisa
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Padronização)
ISO	<i>International Organization of Standardization</i>
MRA	<i>Mutual Recognition Arrangement</i> (Acordo de Reconhecimento Mútuo)
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i> (Instituto Nacional de Padronização e Tecnologia)
MCTI	Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação

NBR	Norma Brasileira
OI	Outras Instituições
PIB	Produto Interno Bruto
PNE	Plano Nacional de Educação
RBC	Rede Brasileira de Calibração
RBLE	Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SAHE	Sistema de Avaliação dos Hospitais de Ensino
SUS	Sistema Único de Saúde
UE	União Europeia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Objetivo	17
1.2	Objetivos específicos	17
1.3	Justificativa.....	18
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	Sistema de Gestão da Qualidade	21
2.2	Certificação e acreditação.....	22
2.3	O desenvolvimento do INMETRO no Brasil	23
2.4	Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025	25
2.5	Visão geral do cenário nacional de acreditação de laboratórios de IES	27
2.6	Visão geral do cenário internacional de acreditação de laboratórios de IES	29
2.7	Os benefícios da acreditação para laboratórios de IES.....	33
2.8	Os desafios da acreditação para laboratórios de IES	36
2.9	Iniciativas de apoio à acreditação na ABNT NBR ISO/IEC 17025	38
3	METODOLOGIA.....	42
3.1	Banco de dados	43
3.2	Desenvolvimento do questionário	43
3.3	Submissão do questionário	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1	Análise geral do cenário brasileiro de laboratórios de universidades acreditados na ABNT NBR ISO/IEC 17025	45
4.2	Análise geral do cenário alemão de laboratórios acreditados na ISO/IEC 17025	61
4.3	Comparando o cenário alemão e brasileiro	67
4.4	Comentários finais.....	75
5	CONCLUSÃO.....	78
	REFERÊNCIAS	80
	APENDICE A – Banco de dados de Laboratórios de universidades no Brasil	87
	APÊNDICE B – Banco de dados de Laboratórios de universidades na Alemanha	88
	APÊNDICE B – Banco de dados de Laboratórios de universidades na Alemanha	89
	APENDICE C – Questionário submetido às universidades no Brasil	90
	APÊNDICE D – Questionário submetido às universidades na Alemanha.....	98

1 INTRODUÇÃO

As instituições de ensino superior (IES) desempenham um papel central no desenvolvimento educacional, científico e tecnológico de qualquer país. Além da teoria abordada dentro das salas de aula, as atividades práticas desenvolvidas em laboratórios, representam uma parcela significativa no conteúdo programático de vários cursos de graduação e pós-graduação. Estas atividades podem ser direcionadas para pesquisas em diferentes níveis, resultando no desenvolvimento e participação em inúmeros projetos científicos.

No Brasil, de acordo com o Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017 (Brasil, 2017), as instituições de ensino superior são classificadas de acordo com sua estrutura, autonomia e foco acadêmico. Essa classificação é crucial para entender a diferença entre instituto, centro universitário e universidade, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de pesquisa e publicações científicas.

Os institutos são unidades de ensino e pesquisa que podem ser vinculadas a universidades ou serem independentes. Geralmente, os institutos têm um foco mais específico, como tecnologia, saúde, meio ambiente, entre outros. Embora alguns institutos possam realizar pesquisa, sua principal função muitas vezes é oferecer cursos técnicos e de graduação em áreas especializadas, com menos ênfase na produção científica em comparação com centros universitários e universidades.

Os centros universitários são instituições de ensino superior que oferecem uma ampla gama de cursos de graduação e pós-graduação, mas têm menos autonomia acadêmica e estrutura mais enxuta do que as universidades. Embora alguns centros universitários possam ter programas de pesquisa, seu principal foco tende a ser no ensino. Eles podem desenvolver pesquisas aplicadas em parceria com empresas e órgãos governamentais, mas geralmente têm menos recursos e incentivos para a pesquisa do que as universidades.

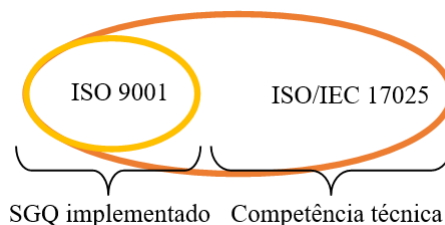
Já as universidades são as instituições de ensino superior com maior autonomia acadêmica e administrativa, oferecendo uma ampla variedade de cursos de graduação e pós-graduação. As universidades têm uma estrutura mais complexa, incluindo várias faculdades, institutos e centros de pesquisa. Elas são reconhecidas pelo Ministério da educação como instituições aptas a realizar pesquisa de alta qualidade e a formar pesquisadores. As universidades têm laboratórios bem equipados, grupos de pesquisa consolidados e uma cultura institucional voltada para a produção científica e publicações em revistas especializadas. Assim, a revisão

bibliográfica trará um ambiente geral de IES, porém a análise aprofundada irá se restringir a laboratórios de universidades.

À medida que um laboratório ganha relevância dentro de uma IES, aumenta também a necessidade de se criar atividades padronizadas, procedimentos, indicadores de qualidade, capacitação aos envolvidos e rastreabilidade dos resultados obtidos. Receber a certificação ISO 9001 por exemplo, significa atender à um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) reconhecido nacional e internacionalmente, através de boas práticas de gestão em todos os processos chave da empresa, resultando em uma melhora significativa em seu desempenho, redução de custos, otimização de processos e aumento de competitividade.

Uma segunda norma compõe a excelência operacional de um laboratório é a ISO/IEC 17025, que através de sua acreditação garante não apenas a aderência ao SGQ, mas também a competência técnica dos envolvidos nos processos de ensaio e calibração realizados. A Figura 1 mostra que a norma ISO/IEC/17025 engloba a ISO 9001, ou seja, ao ser acreditado com relação à sua competência técnica, o laboratório também será avaliado com relação à sua aderência com um SGQ.

Figura 1 - Representação da interação entre ISO 9001 e ISO/IEC 17025



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A acreditação proporciona reconhecimento global, colaboração internacional e melhoria contínua, contribuindo para a formação de profissionais qualificados, para o avanço da pesquisa e para o fortalecimento da reputação e excelência das universidades no âmbito global.

Poder oferecer laboratórios acreditados eleva o nível educacional de qualquer instituição e por consequência de qualquer país. Porém, para que isto aconteça, as IES precisam gerenciar seus laboratórios como se fossem empresas e não apenas um laboratório para atividades didáticas. A obtenção da acreditação tem um custo considerável e a sua manutenção também. Ao considerar passar por este processo, uma IES precisa ter bem claro quais serão seus objetivos acadêmicos e de mercado. Um plano de negócios prévio é essencial, assim a IES já terá

mapeado quais pesquisas poderá desenvolver, de quais editais públicos poderá participar e principalmente quais serão seus clientes em potencial para prestação de serviços.

A complexidade das motivações, desafios e benefícios enfrentados pelos laboratórios de IES na busca pela acreditação, ressaltam a importância de considerar as peculiaridades regionais e institucionais nesse processo. (GROCHAU, CATEN e FORTE, 2018). A acreditação traz benefícios claros e percebidos por aqueles que a conquistaram, mas uma preparação é necessária para mitigar o desgaste da equipe e os impactos financeiros.

A Alemanha é mundialmente conhecida por seu alto grau tecnológico e por seu sistema de ensino robusto e bem estruturado. Além disso, existe uma sinergia muito presente entre a academia e a indústria. Por também possuir uma concentração de laboratórios por universitários bem mais elevada que o Brasil, a escolha da Alemanha como Benchmarking se justifica ao decorrer desta tese.

1.1 Objetivo

Esta pesquisa tem como objetivo analisar o contexto relacionado ao processo de acreditação de laboratórios de universidades do Brasil e Alemanha com relação à norma ISO/IEC 17025, entendendo as convergências e divergências entre os dois países, de maneira a contribuir com a otimização do cenário brasileiro.

1.2 Objetivos específicos

Para se alcançar o objetivo proposto desta tese, alguns objetivos específicos foram definidos, sendo eles:

- Elaborar um perfil dos laboratórios de universidades acreditados em ambos os países.
- Apresentar panoramas econômicos e geográficos relacionados à acreditação destes laboratórios no Brasil e Alemanha.
- Realizar uma comparação entre os dois países, identificando as diferenças e similaridades que possam vir a incentivar e/ou facilitar a acreditação de laboratórios de universidades no Brasil.

1.3 Justificativa

No Brasil, as instituições de ensino superior desempenham um papel central no desenvolvimento científico e tecnológico do país. A acreditação de laboratórios nesses ambientes é vista como um diferencial competitivo importante, permitindo que as instituições se posicionem como referência em pesquisa e inovação. A adoção da norma ISO/IEC 17025 tem sido uma tendência crescente, impulsionada pela busca por qualidade, reconhecimento e colaboração com o setor produtivo e órgãos governamentais.

Nota-se que o assunto é de permeabilidade nacional, uma vez que há um número significativo de IES no Brasil. Os dados do Censo da Educação Superior de 2019 (INEP, 2020) apontam que são cerca de 2.608 instituições de ensino superior que abarcam mais de 8.604.526 de alunos e 339.951 docentes, como demonstrado na Tabela 1.

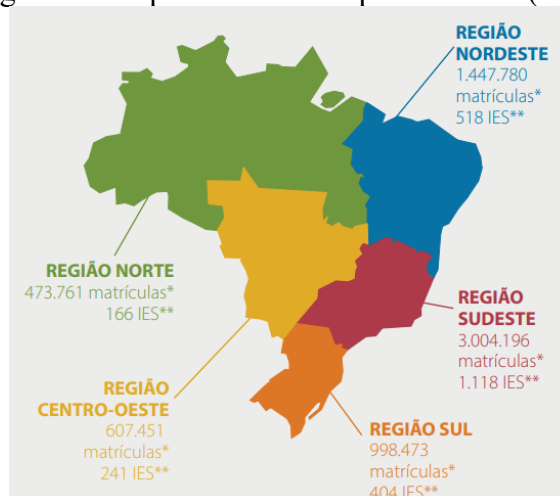
Tabela 1 - Estatísticas gerais do censo da educação superior 2019

Estatísticas Básicas	Categoria Administrativa					
	Total Geral	Pública				Privada
		Total	Federal	Estadual	Municipal	
Número de Instituições	2.608	302	110	132	60	2.306
Educação Superior - Graduação						
Curso ¹	40.427	10.714	6.669	3.442	603	29.713
Matrícula	8.603.824	2.080.146	1.335.254	656.585	88.307	6.523.678
Ingresso Total	3.633.320	559.293	362.558	172.345	24.390	3.074.027
Concluinte	1.250.076	251.374	149.673	87.006	14.695	998.702
Educação Superior - Sequencial de Formação Específica						
Matrícula	702	272	27	245	0	430
Educação Superior - Total						
Matrícula Total	8.604.526	2.080.418	1.335.281	656.830	88.307	6.524.108
Função Docente em Exercício ²³	386.073	176.403	120.497	49.437	6.469	209.670
Docente em Exercício ²⁴	339.951	173.197	119.746	48.177	6.368	176.194

Fonte: INEP (2020).

Para se compreender melhor o impacto nacional da pesquisa sobre IES, pode-se observar a 9ª edição do Mapa do Ensino Superior (2019) que analisa os dados do Censo da Educação Superior referente ao ano de 2018, onde é possível ver o número de matrículas e IES por região brasileira (Figura 2). Portanto, nota-se que qualquer pesquisa abordando temas relacionados à IES tem um grande impacto sobre todo território brasileiro e sobre milhões de pessoas.

Figura 2 - Mapa do Ensino Superior Brasil (2019)



Nota: * Matrículas em cursos presenciais

** IES que oferecem cursos presenciais

Fonte: Mapa do ensino superior no Brasil (2019).

Em nível global, existem organismos e programas reconhecidos internacionalmente que atuam na acreditação de laboratórios. Em matéria de acreditação, a Alemanha se destaca devido a maior população, maior número de laboratórios acreditados e o maior PIB da Europa, que por sua vez possui maior número de laboratórios acreditados que o continente americano (GUERRA, 2023, p. 13).

De acordo com o levantamento do *Times Higher Education* em 2023, a Alemanha possui 9 universidades na lista entre as 100 melhores do mundo, fato que destaca a consistência desse desempenho de qualidade. A política educacional inclusiva da Alemanha, que atrai estudantes de diversas partes do mundo, pode ser considerada um exemplo de como promover a mobilidade estudantil.

A Alemanha é reconhecida mundialmente por sua tradição e excelência em pesquisa científica e tecnológica. As instituições de ensino superior alemãs possuem uma longa tradição de acreditação de laboratórios, contribuindo para a consolidação do sistema de inovação do país. Desta maneira, destaca-se no cenário educacional europeu, oferecendo uma perspectiva mais abrangente, demonstrando seu protagonismo em vários aspectos. Além disto, é reconhecida internacionalmente pela excelência no ensino superior, contando com diversas universidades classificadas entre as melhores do mundo. Esses destaques a posiciona como um modelo a ser seguido em termos de padrões acadêmicos e qualidade educacional.

Além disso, a Alemanha, como uma das maiores economias globais, estabelece uma conexão sólida entre o ensino superior e o desenvolvimento econômico. Seu modelo educacional desempenha um papel significativo no estímulo à inovação e no impulsionamento do crescimento econômico. Portanto, a escolha da Alemanha como *benchmarking* não se baseia apenas em sua qualidade acadêmica, mas também em sua influência na integração entre educação e progresso econômico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistema de Gestão da Qualidade

O Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é um conjunto de políticas, processos e procedimentos que têm como objetivo garantir a qualidade dos produtos e serviços de uma organização. A busca pela excelência e confiabilidade nos resultados é uma prioridade em qualquer instituição, incluindo laboratórios. Para garantir a qualidade dos serviços e a precisão dos resultados, muitas organizações optam por implementar um SGQ e buscar uma acreditação. Esses dois pilares estão interligados e desempenham um papel fundamental na garantia da confiabilidade dos laboratórios.

Ao optar por esta estratégia, a instituição passa a atuar com base em um conjunto de diretrizes e práticas que visam atender às necessidades e expectativas dos clientes, garantindo a conformidade com requisitos legais e regulatórios, e buscando a melhoria contínua em todos os níveis da organização.

Os SGQ são abordagens estruturadas e abrangentes para gerenciar todas as atividades relacionadas à qualidade. Ele estabelece diretrizes claras e procedimentos que visam controlar e melhorar continuamente os processos, assegurando a conformidade com as normas e regulamentações aplicáveis. Sendo assim, fornece uma base sólida para a implementação de boas práticas e promove a padronização dos métodos, equipamentos, treinamentos e minimiza erros e desvios.

Segundo Juran e Godfrey (1998), o SGQ envolve a implementação de políticas, processos e procedimentos que visam garantir a qualidade em todas as etapas do ciclo de vida de um produto ou serviço. Os autores destacam a importância de estabelecer metas claras de qualidade, fornecer treinamento adequado aos funcionários e promover a melhoria contínua como parte integrante do sistema.

Deming (1986) destaca a necessidade de adotar uma abordagem sistêmica para o SGQ. O autor enfatiza a importância de estabelecer relações de parceria com fornecedores, envolver os funcionários em processos de melhoria e utilizar dados e análises para tomar decisões embasadas.

A norma ISO 9001 fornece diretrizes e requisitos para a implementação de um SGQ eficaz. Ela define os princípios fundamentais do SGQ, como o foco no cliente, a abordagem

baseada em processos, a melhoria contínua e o envolvimento da liderança. A sua implementação requer comprometimento da alta direção, engajamento de todos os colaboradores e um processo de planejamento adequado. Além da norma ISO 9001, existem outras normas e referências relacionadas que podem complementar o SGQ, como a ISO 9004 (diretrizes para a melhoria do desempenho), a ISO 19011 (diretrizes para auditoria de sistemas de gestão) e a ISO 10002 (gestão da satisfação do cliente).

2.2 Certificação e acreditação

No contexto deste trabalho, é essencial compreender a diferença entre certificação e acreditação. Embora ambas sejam importantes para a validação de sistemas, processos e competências, cada uma desempenha um papel distinto no estabelecimento de padrões de excelência. Oliveira e Matsuda (2016), destacam a importância da certificação e acreditação como ferramentas para garantir a qualidade e a segurança em diversos setores. Os autores discutem as etapas envolvidas na certificação e acreditação, incluindo a documentação, a avaliação, o monitoramento e a manutenção dos certificados e creditações.

A certificação é um processo conduzido por uma entidade independente e reconhecida, que avalia se uma instituição atende aos requisitos específicos de uma norma ou regulamento. Esses requisitos podem variar dependendo da área de atuação do laboratório, como energia saúde, meio ambiente, indústria farmacêutica, alimentos, entre outras. A certificação envolve uma avaliação dos processos e práticas do laboratório. O foco da certificação é o atendimento aos requisitos pré-definidos.

A certificação pode ser obtida por meio de organismos certificadores reconhecidos internacionalmente, como a ISO (Organização Internacional de Normalização), que oferecem certificações específicas para diferentes setores, como a ISO 9001, que certifica a instituição em relação à requisitos de um SGQ.

Já a acreditação, de acordo com o INMETRO (2007, p. 42), é: o reconhecimento formal, concedido por um organismo autorizado, de que a entidade foi avaliada, segundo guias e normas nacionais e internacionais e tem competência técnica e gerencial para realizar tarefas específicas de avaliação da conformidade de terceira parte. A acreditação é baseada em critérios estabelecidos em normas internacionais, como a ISO/IEC 17025 para laboratórios de ensaio e calibração

Durante o processo de acreditação, os laboratórios passam por uma avaliação minuciosa de sua competência técnica, infraestrutura, métodos de ensaio e calibração, rastreabilidade das medições, controle de qualidade, gestão de documentos, gestão de não conformidades e competência do pessoal. Essa avaliação é conduzida por avaliadores altamente capacitados e imparciais, que garantem que o laboratório atenda a todos os requisitos exigidos.

A padronização para a acreditação de laboratórios foi tratada em 1977, na primeira conferência da Cooperação Internacional de Acreditação de Laboratórios (ILAC). Esta conferência resultou, em 1978, na publicação da ISO/IEC Guia 25, não aceita na Europa, onde vigorava a Norma Europeia EN 45001. Somente em 1995 a ISO inicia seus estudos para estabelecer uma norma que contemplasse os aspectos vigentes até o momento e que estavam passíveis de ambiguidades em suas interpretações, prejudicando a padronização dos ensaios laboratoriais. Da revisão do Guia 25, surge a ISO/IEC 17025, datada de 1999, produzida a partir da ampla experiência na implementação do Guia 25 e da EN 45001 (Valle e Bicho, 2001. Apud: SANTOS, 2011, p. 6).

A acreditação reforça a confiança dos clientes internos e externos, além de abrir oportunidades para colaborações e parcerias com outros laboratórios e instituições. Ela é o método mais utilizado para a garantia de qualidade externa. Sendo resultado de um processo pelo qual um organismo governamental ou privado avalia a qualidade de uma instituição de ensino superior no seu ou de um programa/curso de ensino superior específico, a fim de o reconhecer formalmente (SANYAL e MARTIN, 2007). A acreditação é um processo através do qual um organismo autorizado reconhece formalmente um laboratório e o pessoal envolvido na gestão do laboratório, como sendo competente para efetuar tarefas específicas (ABHIJITH, *et al.*, 2022).

Em conclusão, a certificação e a acreditação são dois pilares fundamentais para a garantia da qualidade e competência técnica dos laboratórios. Enquanto a certificação atesta a conformidade com uma norma específica, a acreditação valida a competência técnica geral do laboratório. Ambos os processos promovem a excelência, a confiabilidade dos resultados e a credibilidade do laboratório perante seus clientes e parceiros, estabelecendo padrões de referência para uma atuação de qualidade.

2.3 O desenvolvimento do INMETRO no Brasil

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, conhecido como INMETRO, desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do Brasil. Criado em 1973, o INMETRO tem como missão promover a qualidade, a segurança e a eficiência dos produtos e serviços oferecidos aos consumidores brasileiros, bem como o fortalecimento da competitividade do país (INMETRO, 2023).

Desde a sua criação, o INMETRO tem se consolidado como uma referência nacional e internacional em metrologia, avaliação da conformidade, certificação, acreditação e normalização técnica. A instituição desempenha um papel central na garantia da confiabilidade dos instrumentos de medição utilizados no país, promovendo a metrologia legal e a rastreabilidade dos padrões de medida.

Um dos principais objetivos do INMETRO é estabelecer padrões técnicos e regulamentos técnicos que promovam a qualidade e a segurança dos produtos e serviços. Através da elaboração e atualização de normas técnicas, contribui para o desenvolvimento de setores estratégicos da economia, como indústria, comércio, serviços e agricultura. Essas normas técnicas são fundamentais para a padronização de processos, produtos e serviços, proporcionando maior segurança, confiabilidade e interoperabilidade em diversos segmentos. Além disso, desempenha um papel importante na avaliação da conformidade de produtos e serviços. Por meio de programas de certificação, assegura que os produtos comercializados no mercado brasileiro atendam a requisitos técnicos e regulatórios, garantindo a segurança e a qualidade dos produtos disponíveis aos consumidores. A sua certificação confere confiança aos consumidores e contribui para a redução de riscos à saúde, ao meio ambiente e à segurança (INMETRO, 2023).

Outra área de atuação relevante do INMETRO é a acreditação de laboratórios, organismos de inspeção e certificação. Através da acreditação, é avaliada a competência técnica dessas entidades, garantindo que estejam aptas a realizar ensaios, calibrações, inspeções e certificações de acordo com padrões e normas internacionalmente reconhecidos (INMETRO, 2023).

No Brasil, o INMETRO é responsável por regulamentar os critérios para o credenciamento de laboratórios de calibração e ensaios, com base na norma ISO/IEC 17025 e regulamentos internos (COVA, 2001). Além das atividades de metrologia, avaliação da conformidade e acreditação, o INMETRO também exerce um papel relevante na disseminação de conhecimento e na promoção da educação e da cultura da qualidade no Brasil. Por meio de programas de capacitação, treinamentos e eventos, busca difundir boas práticas, disseminar o conhecimento técnico e fomentar a cultura da qualidade em diversos setores da sociedade.

Em resumo, o desenvolvimento do INMETRO no Brasil tem sido crucial para a promoção da qualidade, segurança e eficiência dos produtos e serviços oferecidos aos consumidores. A instituição desempenha um papel central na metrologia, na avaliação da conformidade, na certificação, na acreditação e na normalização técnica. Sua atuação abrange desde a elaboração

de normas técnicas até a avaliação da conformidade de produtos e serviços, contribuindo para o desenvolvimento econômico, a proteção dos consumidores e a competitividade do país.

2.4 Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025

A Norma ISO/IEC 17025 é um importante padrão internacional que estabelece os requisitos gerais de competência técnica para laboratórios de ensaio e calibração (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017). Ela foi desenvolvida pela Organização Internacional de Normalização (ISO) em conjunto com a Comissão Internacional de Eletrotécnica (IEC) e é adotada no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A norma ISO/IEC 17025 indica os requisitos para laboratórios de ensaio e calibração, abrangendo a gestão da qualidade e a competência técnica, em áreas específicas, orientada para atividades de rotina do laboratório, de adesão voluntária (GROCHAU, 2017).

As siglas "ABNT NBR" representam a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e Norma Brasileira (NBR), respectivamente. Elas são utilizadas para designar as normas regulatórias desenvolvidas e publicadas pela ABNT no Brasil.

A ABNT é uma entidade privada sem fins lucrativos fundada em 1940, cuja missão é desenvolver e publicar normas técnicas para diversos setores da indústria e da sociedade brasileira. Seu principal objetivo é estabelecer padrões de qualidade e segurança em produtos, processos, serviços e sistemas, promovendo a harmonização e a padronização em várias áreas.

Cada norma é identificada por um número específico, por exemplo, "NBR 6023:2018" que se refere às normas para elaboração de referências bibliográficas em trabalhos acadêmicos. Isso ajuda a distinguir as normas nacionais de outras normas internacionais ou estrangeiras. A ABNT é a entidade oficial responsável por desenvolver normas técnicas no Brasil e é reconhecida pelo governo e pela indústria como a autoridade competente nessa área. O uso da sigla "ABNT NBR" é uma maneira de sinalizar a legitimidade e a autoridade das normas no país (INMETRO, 2017).

A ISO/IEC 17025 é uma norma internacional que estabelece os requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaios e calibrações (STOPPA, et al., 2015, p. 69). A norma ISO/IEC 17025 foi elaborada com o objetivo de promover a confiança nas atividades realizadas por laboratórios, sejam eles de calibração de equipamentos ou de ensaios analíticos diversos (LIMA, SCHECHTEL, 2019). Essa norma estabelece diretrizes que garantem que todas as

etapas de uma análise possam ser rastreadas, independentemente da amostra analisada ou do tipo de ensaio realizado. Isso significa que o laboratório deve manter registros, procedimentos e documentos adequados para assegurar a rastreabilidade e confiabilidade dos resultados. Em resumo, a norma 17025 busca garantir a qualidade e a integridade das atividades laboratoriais.

A norma ISO/IEC 17025 define os requisitos de qualidade que os laboratórios devem cumprir em termos de gestão da qualidade, competência técnica, calibração e ensaios, além de estabelecer critérios para a avaliação da conformidade desses laboratórios. Ao seguir os requisitos da Norma ISO/IEC 17025, os laboratórios podem garantir que seus processos, equipamentos, pessoal e métodos de trabalho estejam em conformidade com os padrões internacionais.

A conformidade com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 é essencial para os laboratórios que buscam acreditação, pois ela fornece uma estrutura sólida para o estabelecimento de um SGQ (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017). A norma exige que os laboratórios estabeleçam e mantenham procedimentos documentados para todas as atividades realizadas, incluindo a implementação de um sistema de controle de qualidade abrangente e a participação em programas de controle externo de qualidade.

Ao implementar a ABNT NBR ISO/IEC 17025, os laboratórios podem melhorar significativamente a qualidade de seus serviços, bem como sua eficiência operacional. A norma enfatiza a importância da competência técnica dos profissionais, garantindo que eles possuam o conhecimento e as habilidades necessárias para realizar os ensaios e calibrações de forma precisa e confiável. Além disso, ela promove a utilização de métodos validados, a rastreabilidade das medições e a gestão adequada de equipamentos e reagentes.

A ABNT NBR ISO/IEC 17025 também enfatiza a importância da imparcialidade e da confidencialidade no desempenho das atividades do laboratório. Ela estabelece requisitos para garantir que o laboratório opere de maneira imparcial, evitando conflitos de interesse que possam comprometer a qualidade e a confiabilidade dos resultados. Além disso, a norma exige que os laboratórios tratem as informações fornecidas pelos clientes de forma confidencial, protegendo sua propriedade intelectual e garantindo a privacidade dos dados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017).

Em resumo, a ISO/IEC 17025 é um guia abrangente e essencial para a competência técnica de laboratórios de ensaio e calibração. Sua implementação contribui para a garantia da qualidade, confiabilidade e imparcialidade dos resultados, fortalecendo a reputação dos

laboratórios e aumentando a confiança dos clientes. A conformidade com essa norma é um passo fundamental para a acreditação e reconhecimento internacional dos laboratórios.

2.5 Visão geral do cenário nacional de acreditação de laboratórios de IES

No Brasil, o organismo acreditador é o (INMETRO, através da Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre). Esses organismos são responsáveis por avaliar a competência técnica dos laboratórios de acordo com padrões e requisitos estabelecidos, como a ISO/IEC 17025. Os laboratórios de ensaios e calibração não precisam buscar a certificação pela Norma ISO 9001, mas sim pela Norma ABNT ISO/IEC 17025:2005 que contém prescrições específicas para os sistemas de gestão de laboratórios de ensaios e calibrações (KISHIMITO, 2011, p. 26).

Os sistemas de gestão da qualidade (SGQ) mais utilizados em laboratórios são apoiados em normas internacionais de garantia da qualidade. No Brasil, para laboratórios de ensaio, as mais usadas são as boas práticas de laboratório, a ISO 9001 e a ISO/IEC 17025 (LEÃO, 2019, p. 28). Na Figura 3 são demonstradas as principais diferenças entre elas.

Figura 3 - Sistemas de Gestão da Qualidade aplicáveis a laboratórios de ensaio

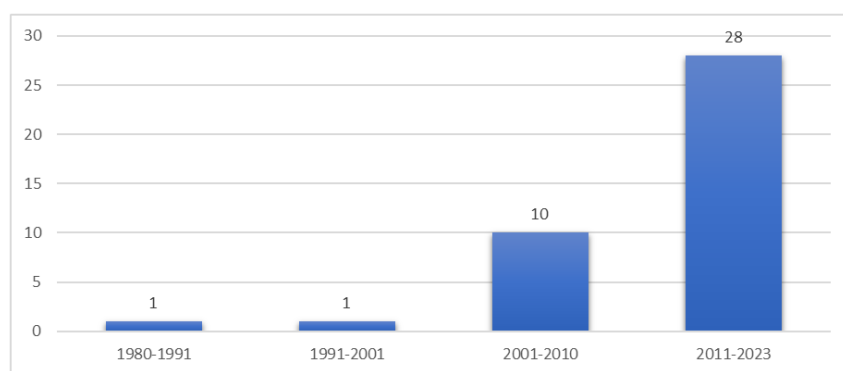
	ISO 9001	ISO/IEC 17025	BPL
Normas a serem seguidas	ABNT NBR ISO 9001:2015	ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005	NIT-DICLA-035
Objetivo da norma	Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos	Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração	Princípios das Boas Práticas de Laboratório – BPL
Aplicação	Qualquer tipo de organização	Laboratórios de ensaio e calibração	Laboratórios de estudos não clínicos
Garantia da qualidade através de:	Certificação, obtida após auditoria feita por uma empresa certificadora, autorizada pelo INMETRO	Acreditação, obtida após auditoria do INMETRO	Reconhecimento em BPL, obtido após auditoria do INMETRO
Abrangência	Gestão empresarial	Competência técnica	Competência técnica

Fonte: Paula (2012. Apud: LEÃO, 2019).

É importante reconhecer que ainda existem desafios a serem superados no Brasil, incluindo a falta de recursos em algumas IES, a necessidade contínua de capacitação e treinamento de pessoal e a adaptação às mudanças constantes nas normas e regulamentos. O panorama da acreditação de laboratórios de IES no Brasil está evoluindo de forma positiva, com um aumento no reconhecimento da importância desse processo para a qualidade da pesquisa e da educação. À medida que as instituições continuam a investir em melhoria da infraestrutura e na capacitação de recursos humanos, é possível esperar uma contribuição cada vez maior das IES brasileiras para o avanço do conhecimento e para o desenvolvimento do país.

A Figura 4 ilustra a crescente busca pela acreditação dos laboratórios de universidades brasileiras nas últimas décadas. Percebe-se claramente a evolução que a acreditação de laboratórios de universidades teve nos últimos anos. Entre os anos de 2001 e 2010 foram 10 creditações e entre 2011 e 2023 este número saltou para 29.

Figura 4 - Evolução da acreditação de laboratórios de universidades nas últimas décadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Em um estudo realizado por Silva, Grochau e Veit (2021), sobre a adaptação à nova versão da norma ISO/IEC 17025 em um laboratório de testes vinculado ao Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), acreditado pelo INMETRO desde 2016, foi proposto um sistema que considerou o histórico de ações, os riscos identificados pela equipe do laboratório, a avaliação de impactos e probabilidades, além da classificação e definição de ações para aceitar, mitigar ou eliminar os riscos. A aplicação do sistema foi bem-sucedida, permitindo a manutenção da acreditação do laboratório da UFRGS. A abordagem incorporou técnicas eficazes de análise de riscos, contribuindo para a integração da gestão de risco ao SGQ do laboratório (SILVA, GROCHAU, VEIT, 2021).

Em suma, o cenário nacional de acreditação de laboratórios de IES tem ganhado cada vez mais relevância. A busca pela acreditação representa um compromisso com a qualidade, a competência técnica e a excelência nos serviços prestados pelos laboratórios. Isso contribui e para o fortalecimento da colaboração e inovação no âmbito acadêmico e científico.

2.6 Visão geral do cenário internacional de acreditação de laboratórios de IES

Em nível global, existem organismos e programas reconhecidos internacionalmente que atuam na acreditação de laboratórios. Alguns exemplos incluem a ILAC, ISO, e IAF, responsáveis pelo estabelecimento de padrões e requisitos internacionais em matéria de acreditação.

O *International Laboratory Accreditation Cooperation* (ILAC) é uma organização que desempenha um papel fundamental no estabelecimento de padrões e diretrizes para a acreditação de laboratórios em nível internacional. A ILAC é reconhecida por promover a harmonização das atividades de acreditação em todo o mundo e é uma referência para acreditação de laboratórios, incluindo de IES.

A ISO também desempenha um papel significativo no cenário internacional de acreditação e desenvolve normas técnicas que são amplamente utilizadas para orientar os processos de acreditação, incluindo a norma ISO/IEC 17025.

Outra organização relevante é o *International Accreditation Forum* (IAF), que atua como uma associação global de organismos de acreditação. O IAF promove a cooperação entre esses organismos e fornece orientações e diretrizes para acreditação em diferentes setores, incluindo laboratórios de IES.

A União Europeia (UE) contém, em comparação ao continente americano, maior quantidade de laboratórios acreditados. Como mostra Grochau (2020), dentre os 25 países que possuem órgãos próprios locais de acreditação registrados na ILAC da União Europeia, a Alemanha possui a maior população, maior número de laboratórios acreditados e o maior PIB (GUERRA, 2023, p. 13).

No contexto dos Estados Unidos, o *National Institute of Standards and Technology* (NIST) desempenha um papel importante na promoção da qualidade e da excelência em laboratórios, bem como na orientação para acreditação. O NIST desenvolve padrões e diretrizes, fornecendo suporte e recursos para acreditação de laboratórios de IES.

Na maioria dos contextos, as agências nacionais de acreditação operam em todo o país e avaliam instituições inteiras. Com base em considerações contextuais, quando as agências nacionais acreditam as instituições, podem ajustar o processo de avaliação, o foco da avaliação, a ligação do resultado da avaliação à tomada de decisões, a política relacionada com o seu papel nas decisões de avaliação, a unidade de avaliação, o

resultado da avaliação, a política sobre a divulgação do resultado da avaliação e o período de validade. Todos estes fatores têm fundamentos subjacentes que são combinações do contexto nacional e dos objetivos para os quais o mecanismo de acreditação foi criado. Estas agências podem ser voluntárias e privadas, como acontece na Alemanha, no Japão, nas Filipinas e nos Estados Unidos.

Nos Estados Unidos, 19 organizações institucionais e 62 organizações programáticas são atualmente reconhecidas pelo *Council for Higher Education Accreditation* (CHEA) privado e/ou pelo *US Department of Education* (USDE). As organizações reconhecidas pelo USDE funcionam como "guardiães" dos fundos federais. Existem também sete comissões de acreditação de "carreiras privadas", que analisam principalmente as instituições "com fins lucrativos", e quatro comissões de acreditação "religiosas", que analisam instituições religiosas. Além das oito comissões subnacionais, a CHEA reconhece quatro agências de acreditação religiosas, duas de carreiras privadas e 46 agências de acreditação programáticas (SANYAL e MARTIN, 2007, p. 8).

Na Europa, a *European Cooperation for Accreditation* (EA) é uma organização que busca promover a cooperação e a harmonização da acreditação em toda a região. A EA fornece orientações e diretrizes para acreditação de laboratórios, incluindo aqueles de IES.

Nas Filipinas, existem quatro agências de acreditação diferentes para quatro tipos diferentes de instituições. Cada uma tem os seus próprios critérios, processos e instrumentos de acreditação, bem como os seus próprios acreditadores. No entanto, o âmbito da avaliação, com base nos domínios abrangidos pelas normas, é quase idêntico para todas elas. Não derivam a sua autoridade do Estado, mas o governo depende da acreditação para estabelecer a elegibilidade para várias formas de financiamento (ANYAL e MARTIN, 2007, p. 8).

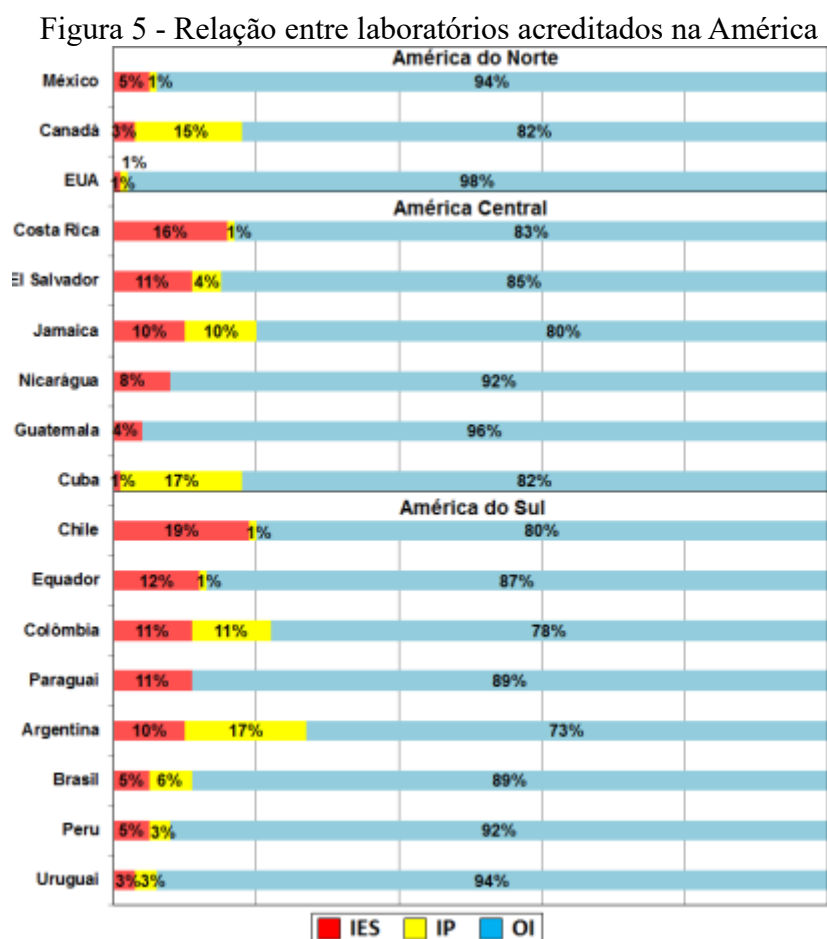
As agências podem ser controladas pelo Estado, como acontece na maior parte da Europa Central e Oriental. Na Hungria, os organismos de acreditação dão o seu parecer especializado e o governo decide se concede a acreditação. Em muitos países, como a Argentina, a Finlândia e a Índia, o governo criou agências autónomas ou semiautónomas encarregadas por lei de acreditar programas e instituições. Devido à complexidade dos sistemas e políticas de ensino superior, as agências nacionais de acreditação carecem de uniformidade, embora se verifique uma tendência para a convergência, como se verá mais adiante (ANYAL e MARTIN, 2007).

Estas entidades fornecem uma visão geral do cenário internacional de acreditação de laboratórios de IES, incluindo as principais organizações, normas e diretrizes envolvidas nesse contexto. Através da cooperação entre essas entidades e a adesão a padrões reconhecidos internacionalmente, é possível promover a qualidade e a confiabilidade dos serviços laboratoriais em Instituições de Ensino Superior em todo o mundo.

De acordo com Grochau (2017), considerando o continente americano, os países da América do Norte têm o maior número de laboratórios acreditados, e os EUA apresentam o maior número (4665). Todos os países da América Central têm menos de 100 laboratórios acreditados, sendo a Costa Rica o país com o número mais elevado (97). Na América do Sul, existe

uma grande diferença no número de laboratórios acreditados por país, e o Brasil apresenta o número mais elevado (1167).

Na Figura 5, é possível verificar a relação de acreditação entre IES, Instituto de Pesquisa (IP) e Outras Instituições (OI).



Fonte: Grochau, (2017).

Segundo Grochau, Caten e Forte (2017), na maioria dos países, há mais laboratórios do que instituições, pois, algumas instituições possuem mais de um laboratório credenciado. O aumento no número de laboratórios credenciados pode contribuir para a melhoria das condições socioeconômicas de países menos favorecidos, permitindo uma participação mais efetiva no comércio internacional e o cumprimento de requisitos nacionais de saúde e meio ambiente.

Na América do Sul, o Brasil está em primeiro lugar tanto em termos de laboratórios acreditados e PIB. Embora a Argentina seja o país com o segundo maior PIB da região, tem menos laboratórios acreditados do que a Colômbia e o Chile. Estes dois países, com o terceiro

e quarto maior PIB da região, só são superados pelo Brasil em número de laboratórios acreditados (GROCHAU, et al, 2017).

Na Croácia, creditações concedidas apenas a laboratórios de teste representam quase 50% do total, tornando a norma ISO/IEC 17025 a norma mais utilizada para acreditação no país. No entanto, apenas uma parcela menor (aproximadamente 20%) dessas creditações é concedida a laboratórios no sistema científico e de ensino superior. As baixas porcentagens de instituições científicas e de ensino superior envolvidas na acreditação levam à conclusão de que a principal força motriz para a acreditação de laboratórios na Croácia são laboratórios associados à indústria, em vez de laboratórios científicos (MIKELIC, 2020).

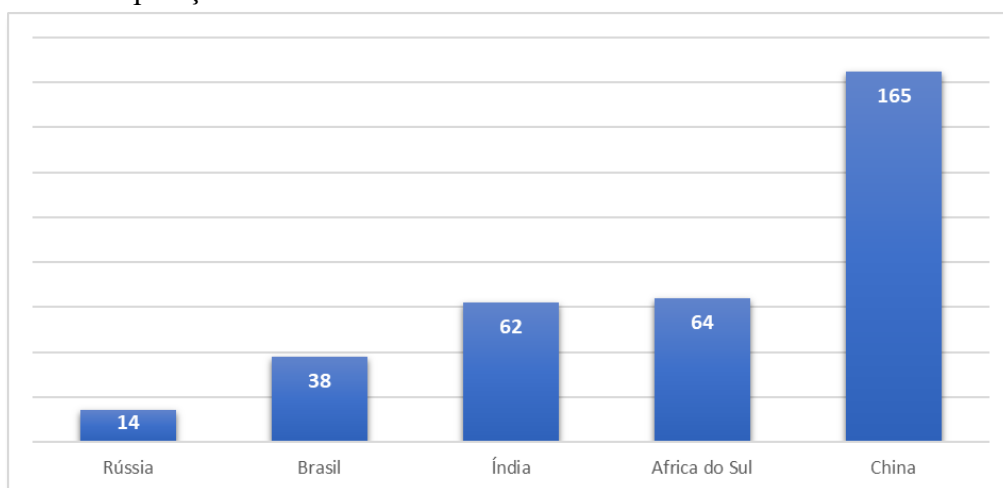
Nos países da União Europeia observou-se uma tendência ascendente no número de laboratórios credenciados em correlação com o crescimento populacional e/ou do PIB. Foram identificadas características semelhantes tanto no Continente Americano quanto na Europa. No entanto, a Europa apresentou maior grau de regulamentação em áreas específicas, e uma menor disparidade entre os países do continente europeu (GROCHAU, LEAL e CATEN, 2020).

Em nível global, existem organismos e programas reconhecidos internacionalmente que atuam na acreditação de laboratórios. Em matéria de acreditação, chama atenção a Alemanha, que possui a maior população, maior número de laboratórios acreditados e o maior PIB da Europa, que por sua vez possui maior número de laboratórios acreditados que o continente americano (GUERRA, 2023, p. 13).

Quando se analisa os países pertencentes ao bloco econômico dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul), além do Brasil já citado, percebe-se que a acreditação de laboratórios de IES tem uma relevância considerável. Esses países, representando diferentes regiões e realidades econômicas, formam um bloco econômico que busca cooperação e influência conjunta em diversos setores.

Através do ILAC é possível identificar as instituições responsáveis pela acreditação de laboratórios nestes países. Ao se consultar os órgãos, *China National Accreditation Service for Conformity Assessment* (CNAS, 2023), *Association of Analytical Centers* (Analítica, 2023), *National Accreditation Board for Testing & Calibration Laboratories* (NABL, 2023) e *South African National Accreditation System* (SANAS, 2023), obteve-se o comparativo demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Comparação entre total de laboratórios de universidades acreditados nos BRICS



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

No âmbito dos BRICS, o Brasil desempenha um papel significativo, com uma economia diversificada e um sistema educacional em desenvolvimento, porém, ao se analisar a Figura 6, percebe-se a que a acreditação de laboratórios de universidades no Brasil ainda é um tema que necessita de uma evolução considerável. Nota-se que Índia, África do Sul e China possuem números muito mais positivos que os do Brasil.

2.7 Os benefícios da acreditação para laboratórios de IES

A acreditação traz uma série de benefícios para os laboratórios de IES. Ao buscar a acreditação, as IES demonstram seu compromisso com a qualidade, a excelência e a inovação nas atividades laboratoriais, fortalecendo sua posição no cenário acadêmico e científico.

Os principais benefícios da implantação de sistemas de gestão da qualidade em laboratórios de pesquisa são: maior credibilidade nos resultados e pesquisadores, comparabilidade e reprodutibilidade de resultados publicados, aumento da confiança entre as partes envolvidas e facilidade na aquisição de financiamentos (ROBINS, et al, 2006. Apud: BORDINI, 2009, p. 7).

Os fatores que se seguem tornaram a adoção da acreditação desejável para a garantia da qualidade nos dias de hoje:

1. À medida que os prestadores de ensino superior se diversificam cada vez mais, aumenta a procura de ensino certificado. Cada vez mais, os estudantes e as suas famílias, mas também o mercado de trabalho, procuram diferenciar os prestadores de ensino superior. Um rótulo de qualidade pode facilitar esta tarefa.
2. As ameaças à qualidade podem surgir de diferentes fontes, incluindo fornecedores fraudulentos. Uma validação conferida por uma instituição deve ser acompanhada de uma garantia. A acreditação é uma forma de dar essa garantia.
3. O número crescente de prestadores de serviços de ensino superior e de fornecedores de documentos fraudulentos também aumenta a procura de uma organização que possa acreditar as instituições, a fim de manter os padrões exigidos que qualificam os diplomados para a admissão em instituições superiores ou mais especializadas ou para o exercício profissional no mercado de trabalho.
4. As instituições de ensino superior são confrontadas com um mundo cada vez mais competitivo. Estas têm interesse em atrair os melhores estudantes e em transformar seus créditos em reconhecíveis por outras instituições (através de mecanismos de transferência de créditos, a fim de para aumentar a mobilidade dos estudantes). Além disto, existe resulta no potencial para se tornarem em organizações de aprendizagem com qualidade cada vez maior (SANYAL e MARTIN, 2007, p. 6).

Os laboratórios acreditados podem tornar-se mais responsáveis e menos dependentes de apoio externo. Os esforços efetuados para obter a acreditação podem também conduzir a melhorias na gestão das redes de laboratórios, concentrando a atenção nas áreas de maior necessidade e acelerando a melhoria em áreas como a cadeia de cadeia de abastecimento, formação e manutenção de instrumentos (PETER, et al., 2010).

É evidente que a obtenção e manutenção de SGQ pelos laboratórios é benéfica para eliminar barreiras comerciais e ajuda a promover o desenvolvimento sustentável (GROCHAU, 2017, p. 19. Apud: GUERRA, 2023, p. 15). A acreditação aumenta a confiabilidade dos resultados laboratoriais, o que é fundamental para apoiar pesquisas científicas e contribuir para a produção de conhecimento de qualidade. Além disso a acreditação assegura também a confiabilidade dos resultados e maximiza o valor do trabalho de pesquisa através da exploração das competências científicas e dos recursos técnicos disponíveis (DE VRÉ, 2000, p. 24. Apud: GUERRA, 2023, p. 15).

Percebe-se se assim a contribuição positiva que a acreditação oferece para o desenvolvimento de uma cultura de qualidade nas instituições de ensino, promovendo a excelência em pesquisa e ensino é importante destacar que os benefícios da acreditação são alcançados por meio de um comprometimento institucional contínuo, investimentos em recursos adequados e a promoção de uma cultura de qualidade e melhoria contínua.

A ISO afirma que os benefícios da implementação da ISO 9001, que está contida na ISO/IEC 17025, são os seguintes (SANYAL e MARTIN, 2007, p. 9).:

- Melhora a imagem da instituição com uma norma reconhecida internacionalmente;
- Demonstra que a instituição tem um sistema de gestão da qualidade documentado;
- Resulta em um SGQ documentado;
- Fornece a base para um programa de gestão da qualidade total e reduz as reclamações das partes interessadas;
- Aumenta a consciencialização para a qualidade, a motivação e a cooperação;
- Foca a formação e o desenvolvimento profissional;
- Melhora a comunicação internacional;
- Assegura que a instituição seja reconhecida globalmente;
- Eleva a satisfação do cliente e da sociedade e proporciona aos diplomados oportunidades de emprego;
- Estabelece uma linha de base para a melhoria contínua;
- Melhora a produtividade e a eficiência;
- Reduz auditorias demoradas por parte dos reguladores;

Além disso,

O processo de acreditação tem várias vantagens, tal como referido anteriormente, mas a mais importante é a vantagem para o(s) cliente(s) que utiliza(m) os serviços do laboratório. As vantagens podem ser um aumento da confiança dos clientes nos relatórios de ensaio emitidos pelo laboratório, o que conduz a um potencial aumento do negócio devido ao aumento da confiança e da satisfação dos clientes. Para atingir este objetivo, qualquer laboratório deve melhorar continuamente o seu funcionamento e serviço. Para tal, é necessário obter um feedback regular dos clientes relativamente à sua satisfação. Os principais clientes externos dos serviços laboratoriais são os médicos e as suas opiniões constituem elementos-chave para dar aos gestores dos laboratórios a oportunidade de identificar áreas a melhorar. Os esforços concentrados pelos laboratórios para obter a acreditação nunca serão desperdiçados e conduzem a muitas melhorias na gestão de várias redes laboratoriais, centrando a atenção nas áreas que necessitam de ser melhoradas, tais como a cadeia de abastecimento, a formação de técnicos e membros do pessoal, a manutenção dos instrumentos, bem como a publicação de resultados adequados após a correlação clínica. A influência positiva da acreditação não se limita a uma melhoria no laboratório. Os seus esforços são visíveis também noutras áreas da prestação de cuidados de saúde. Incluem uma melhoria dos serviços clínicos prestados aos doentes e uma redução do tempo de internamento dos doentes (benefícios a curto prazo) e a relação custo-eficácia e sustentabilidade dos programas de saúde pública (benefícios a longo prazo) (ABHIJITH, 2021, p. 26).

É importante considerar que,

A acreditação permite que os laboratórios de ensaio demonstrem que funcionam de forma competente e produzem resultados válidos. Como pré-requisito, estes laboratórios têm um sistema de gestão da qualidade em conformidade com esta norma de acreditação. Isto implica que o laboratório tenha desenvolvido procedimentos documentados para os seus processos abrangidos pela norma (DEHOUC, et al., 2019, p. 151).

Em suma, o cenário nacional de acreditação de laboratórios de IES tem ganhado cada vez mais relevância. A busca pela acreditação representa um compromisso com a qualidade, a competência técnica e a excelência nos serviços prestados pelos laboratórios. Isso contribui não apenas para a reputação da instituição de ensino, mas também para a formação de profissionais capacitados e para o fortalecimento da colaboração e inovação no âmbito acadêmico e científico.

2.8 Os desafios da acreditação para laboratórios de IES

Embora a acreditação de laboratórios de IES traga diversos benefícios, é importante reconhecer que existem desafios associados a esse processo. A busca pela acreditação envolve uma série de desafios que devem ser enfrentados, exigem esforços significativos, recursos financeiros e comprometimento institucional. Isso pode significar investimento em modernização e atualização dos laboratórios para garantir a conformidade com os padrões exigidos.

Cada acreditação de um laboratório implica a construção de um SGQ, aquisição de equipamentos e mudanças diversas, o que acarreta um custo para que este objetivo seja alcançado, como qualquer projeto. Este custo é considerado elevado, sendo um fator de dificuldade para acreditação de laboratórios em geral (Abdel-Fatah, 2010; Biasini, 2012; McGrownder *et al.*, 2010; Seneviratne, 2006. Apud: BENDER; PIZZOLATO; ALBANO, 2016, p. 5).

Apenas para exemplificar a dificuldade enfrentada pelos laboratórios de ensaios na busca de extensão de capacitação técnica pode-se citar o trabalho desenvolvido por Miqueleti (2009). O trabalho envolveu a aquisição de instrumentação e elaboração de procedimentos técnicos para complementar o escopo de acreditação da DECLEB/EPUSP nas seguintes Normas Técnicas:

- NBR IEC 60601-2-3:1997 (Equipamento de Terapia por Ondas Curtas)
- NBR IEC 60601-2-05:1997 (Equipamentos de Ultrassom para Terapia)
- NBR IEC 60601-2-06:1997 (Equipamentos de Terapia por Microondas)
- NBR IEC 60601-2-22:1997 (Equipamentos de Terapia a Laser)
- NBR IEC 60601-2-37:2003 (Ultrassom para diagnóstico)
- NBR IEC 60601-2-50:2003 (Equipamentos de Fototerapia)

Foram necessários quatro anos para definir a instrumentação adequada e o desenvolvimento dos métodos e procedimentos de ensaios, sem mencionar os recursos financeiros necessários para a aquisição dessa instrumentação e infraestrutura (KISHIMOTO, 2011, p. 23).

Um estudo de Grochau, et al. (2017) apontou a falta de recursos financeiros e a falta de pessoal como as principais dificuldades no processo de acreditação de um laboratório.

Nenhum processo é isento de desafios. O processo de acreditação é um processo prolongado e moroso que, por vezes, esgota os indivíduos nele envolvidos. É um trabalho para o qual equipe da qualidade tem de dedicar longas horas, inicialmente durante as fases de planejamento. Uma vez concluído o planejamento, o processo de elaboração dos procedimentos operacionais normalizados e do manual é também um processo moroso. Uma vez implementados os processos de qualidade, treinar a equipe, trazendo confiança em cada um deles e eliminar quaisquer receios associados é um trabalho em time. Fazer com que todos façam parte da equipe envolve muitas competências de micro gestão e formação em competências transversais. Quando todos sentem que fazem parte do sistema de qualidade e compreendem que se trata de um processo contínuo, se torna mais fácil gerenciar. No entanto, há outras questões como a concorrência com outros laboratórios que não são acreditados e que não estão preocupados com a qualidade, a melhoria contínua dos prazos de entrega, o desgaste do pessoal e a capacitação contínua têm de ser abordadas à medida que vão surgindo. Cada um deles pode afetar a qualidade dos resultados (ABHIJITH, 2022, p. 28).

Além disso, é possível verificar uma grande diferença quanto ao grau de desenvolvimento em função da localização regional, onde nota-se que as regiões mais ricas possuem um nível de desenvolvimento maior em seus laborativos e em números de laboratórios que as regiões mais pobres.

Em um país de dimensões como o Brasil, existe uma grande diferença quanto ao grau de desenvolvimento em função da localização regional. Analisando o panorama da distribuição dos laboratórios de calibração e ensaios acreditados pelo INMETRO, pode-se observar que sua distribuição geográfica é proporcional ao grau de desenvolvimento, sendo que a região Sudeste apresenta um número maior de laboratórios acreditados. Esta distribuição, referente aos laboratórios de calibração na área dimensional (medição de comprimento) acreditados até 19 de abril de 2009 (...). Foi observado que 84% dos laboratórios de metrologia dimensional do Brasil estavam localizados na região Sudeste.

Em outras localidades, casos das regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste do Brasil, a presença de laboratórios acreditados deve proporcionar condições básicas para o crescimento econômico, tais as facilidades promovidas pela proximidade do laboratório em relação ao mercado destes serviços. Atualmente, o crescimento econômico destas regiões, aliado à necessidade de implementação de normas de gestão da qualidade, tem motivado laboratórios pertencentes à Universidades que executam serviços de calibração a buscarem a acreditação segundo normas de gestão como a ABNT NBR ISO/IEC 17025 (FILHO, 2011, p. 98-99).

Assim, a busca pela acreditação requer esforços significativos, recursos financeiros e compromisso institucional. Isso pode representar um desafio financeiro para as IES, que precisam investir em modernização e atualização dos laboratórios para garantir a conformidade com os padrões exigidos. Quanto ao lado financeiro, nota-se que em termos comparativos, o Brasil investe no ensino superior parcela da riqueza que produz semelhante à parcela investida por países com patamares de renda per capita superiores à brasileira e já com sistemas de educação básica bem desenvolvidos, porém, ainda está longe de atingir as metas colocados pelo Plano

Nacional de Educação (PNE) para 2024 para a educação superior (NASCIMENTO, VERHINE, 2017).

Todo laboratório de ensaios acreditado deve garantir a validade de seus resultados. O laboratório deve identificar os pontos críticos nos processos e estabelecer os critérios para controlá-los e monitorá-los. É importante determinar os limites aceitáveis para cada critério controlado. O controle de qualidade interno é um trabalho contínuo do laboratório, estabelecido internamente e baseado em avaliações dos resultados e, se necessário, ações corretivas. Os resultados das atividades relacionadas devem ser monitorados. Ocorrendo desvios nos resultados esperados, devem ser tomadas medidas corretivas, sendo algumas previamente estabelecidas. Dependendo da ocorrência, medidas preventivas também deverão ser determinadas e implementadas (STOPPA, et al., 2015, p. 70).

A acreditação de laboratórios de IES apresenta desafios que vão desde questões financeiras até a implementação de uma cultura de qualidade, porém, superar esses desafios é fundamental para garantir a excelência e a confiabilidade dos serviços laboratoriais, fortalecendo a posição da instituição no cenário acadêmico e científico. Com o compromisso institucional adequado, a alocação de recursos apropriados e o envolvimento de toda a equipe, esses desafios podem ser superados e os benefícios da acreditação podem ser plenamente alcançados.

2.9 Iniciativas de apoio à acreditação na ABNT NBR ISO/IEC 17025

A ABNT NBR ISO/IEC 17025 é uma norma internacionalmente reconhecida que estabelece os requisitos gerais de competência técnica para laboratórios de ensaio e calibração (ABNT, 2017). Para auxiliar os laboratórios em sua jornada em direção à acreditação de acordo com essa norma, existem diversas iniciativas de apoio disponibilizadas pela ABNT e por outros órgãos relacionados.

O desenvolvimento da metrologia no Brasil pode ser visto como seguindo três fases distintas:

- A Fase 1 (1967-85) estava principalmente preocupada com o estabelecimento do INMETRO e o desenvolvimento de suas capacidades.
- A Fase 2 (1985-95) tinha escopo mais amplo e considerou o sistema de avaliação da conformidade como um todo, com o componente metrológico focando mais em uma rede de laboratórios de calibração e um organismo de acreditação.

- A Fase 3 (iniciada em 2002) previa uma cooperação mais horizontal nos domínios científico e tecnológico, com o *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (Instituto Federal de Física e Tecnologia - PTB) e o INMETRO como parceiros iguais.

Estas etapas concentram-se principalmente no desenvolvimento do INMETRO durante 1967-95, o período em que o INMETRO foi estabelecido e alcançou reconhecimento internacional. (KELLERMANN, 2019, p. 15-16).

A ABNT NBR ISO/IEC 17025 é uma norma internacionalmente reconhecida que estabelece os requisitos gerais de competência técnica para laboratórios de ensaio e calibração (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2017). Para auxiliar os laboratórios em sua jornada em direção à acreditação de acordo com essa norma, existem diversas iniciativas de apoio disponibilizadas pela ABNT e por outros órgãos relacionados.

A ampliação e a estabilidade do fomento à pesquisa pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, promovida pelos fundos setoriais, proporciona um novo padrão de financiamento, permitindo: aplicação plurianual; gestão compartilhada (setores públicos e privado e pesquisadores); estabilidade do financiamento (fontes vinculadas e diversas); transparência na aplicação dos recursos; avaliação de resultados e garantia de qualidade das pesquisas (BORDINI, 2009, p. 6).

Uma das iniciativas mais conhecidas de apoio à acreditação no Brasil foi a parceria entre Instituto Federal de Física e Tecnologia alemão com a transferência de tecnologia em energia nuclear em 1975 (KELLERMANN, 2019).

O investimento da Alemanha no projeto é demonstrado em três áreas (PTB 1995): (a) financiamento do projeto pelo Ministério Federal da Cooperação Econômica (BMZ), (b) o time do PTB desenvolvido para o Brasil, e (c) o equipamento fornecido (KELLERMANN, 2019, p. 17).

Outro exemplo de iniciativa para implementação da acreditação em laboratórios é o *The Strengthening Laboratory Management Toward Accreditation* (SLMTA), que foi desenvolvido para promover melhorias imediatas e mensuráveis em laboratórios de países em desenvolvimento (YAO, et al., 2010).

Entre as iniciativas de apoio a acreditação de laboratórios segundo a ABNT NBR ISO/IEC 17025 temos, por exemplo, em 2004, o Ministério da Saúde e Ministério da Educação iniciando o processo de certificação dos Hospitais de Ensino (HE) no país, com a participação dos gestores estaduais e municipais. Os HE certificados foram contratados e as metas estabelecidas avaliadas periodicamente. Outro exemplo é a Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo que desenvolveu o Sistema de Avaliação dos Hospitais de Ensino (SAHE) com finalidade de avaliar, mensalmente, indicadores de produção, qualidade e financeiros além da medição anual dos indicadores estruturais para conhecer melhor o universo dos HE (BORDINI, 2009).

Além dos pontos levantados anteriormente, vale frisar que a própria ABNT promove iniciativas que visam disseminar o conhecimento da norma, tornando o processo de acreditação mais viável e acessível, como:

- **Interpretação da norma:** A ABNT fornece materiais interpretativos que auxiliam na compreensão e aplicação dos requisitos da ABNT NBR ISO/IEC 17025. Esses materiais podem incluir guias de interpretação, notas técnicas e documentos explicativos que esclarecem pontos específicos da norma e fornecem diretrizes para sua implementação.
- **Treinamentos e capacitação:** A ABNT, juntamente com outras instituições e organismos acreditadores, oferece programas de treinamento e capacitação para profissionais de laboratórios. Esses treinamentos abrangem diferentes aspectos da ABNT NBR ISO/IEC 17025, desde a compreensão dos requisitos até a implementação prática das diretrizes. Eles são conduzidos por especialistas no assunto e visam fornecer o conhecimento necessário para uma implementação eficaz da norma.
- **Orientação para acreditação:** A ABNT pode fornecer orientações e direcionamentos específicos para os laboratórios que estão buscando acreditação de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025. Essas orientações podem incluir informações sobre o processo de acreditação, os requisitos documentais, a preparação para auditorias e outras etapas-chave do processo. O objetivo é auxiliar os laboratórios a entender e atender aos critérios exigidos para a acreditação.
- **Troca de experiências e boas práticas:** A ABNT promove eventos, seminários e fóruns nos quais os laboratórios podem compartilhar suas experiências, desafios e boas práticas relacionadas à implementação da ABNT NBR ISO/IEC 17025. Essas oportunidades de networking permitem que os laboratórios aprendam uns com os outros, obtenham insights valiosos e fortaleçam sua capacidade de implementação da norma.

- Atualizações e revisões da norma: A ABNT acompanha as atualizações e revisões da ABNT NBR ISO/IEC 17025 e comunica essas alterações aos laboratórios. Essas atualizações podem incluir mudanças nos requisitos, esclarecimentos ou novas orientações. A ABNT também pode fornecer suporte na interpretação e implementação dessas atualizações, garantindo que os laboratórios estejam sempre atualizados em relação às exigências mais recentes.

Em resumo, a ABNT e outras instituições oferecem uma série de iniciativas de apoio para laboratórios que desejam buscar a acreditação de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025. Essas iniciativas incluem interpretação da norma, treinamentos, orientações específicas, compartilhamento de experiências e atualizações da norma. Ao aproveitar esses recursos, os laboratórios podem obter suporte valioso em sua jornada rumo à acreditação e garantir a conformidade com os requisitos da norma.

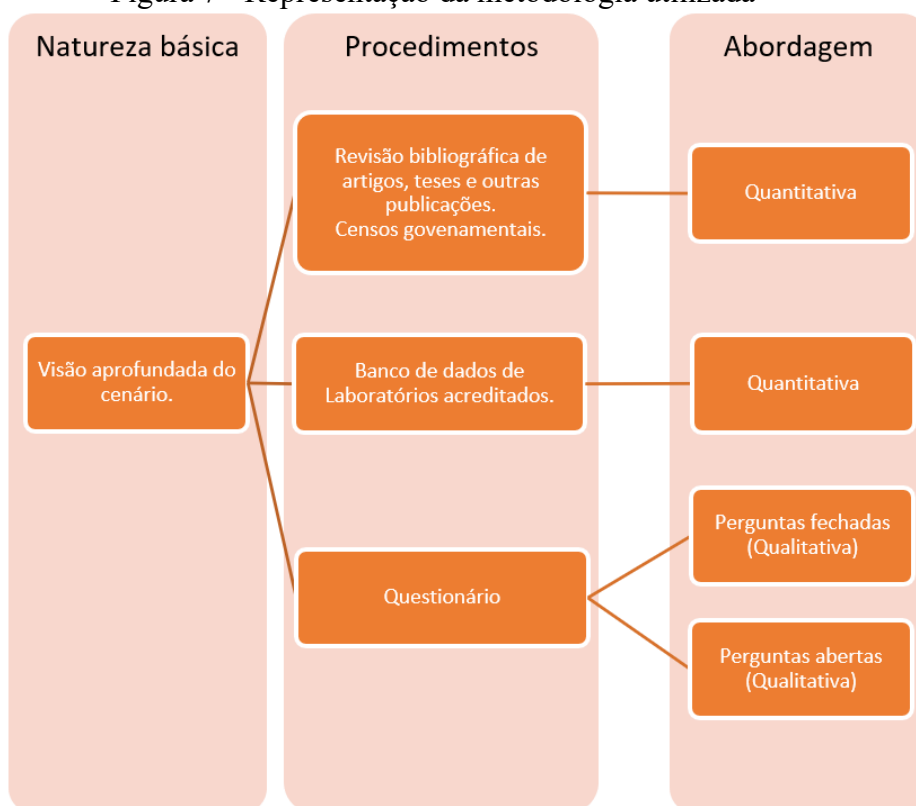
3 METODOLOGIA

Esta tese se caracteriza por ser de natureza básica, onde obteve-se uma visão aprofundada da do cenário brasileiro de alemão de acreditação de laboratórios de universidades de acordo com a norma ISO/IEC 17025 através de fatos e dados.

Os procedimentos utilizados se basearam em pesquisa bibliográfica através de artigos, teses, demais publicações relacionadas ao tema e informações governamentais disponibilizadas em censos. Além disto, o envio de questionários elaborados por meio da plataforma *Google Docs* (Apêndice C e Apêndice D).

A abordagem utilizada foi mista, ou seja, qualiquantitativa. A abordagem qualitativa se deu através de uma pergunta aberta do questionário. A abordagem quantitativa se deu através da análise das perguntas fechadas do questionário e dos indicadores desenvolvidos a partir do banco de dados dos laboratórios e dos censos governamentais dos dois países. A Figura 7 exibe a representação em forma de fluxograma da metodologia utilizada.

Figura 7 - Representação da metodologia utilizada



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

3.1 Banco de dados

Como mencionado anteriormente, no Brasil, o organismo responsável por realizar e monitorar a acreditação de laboratórios de acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 é o INMETRO, através da Coordenação Geral de Acreditação (Cgcre). Através de seu site, foi possível coletar as informações referentes aos laboratórios de universidades acreditados, como nome da instituição, área de atuação, estado em que se localiza, responsável técnico etc. Na Tabela 2, é possível verificar de forma parcial o banco de dados criado, que está disponível em sua totalidade no apêndice A.

Tabela 2 - Visão parcial do banco de dados do Brasil

Universidade	Laboratório	Estado	Área de atuação
Universidade Federal da Bahia	Laboratório de Bromatologia	Bahia	Alimentício
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES	Laboratório de Bebidas de Origem Vegetal do Espírito Santo - LABEVES/UFES	Espírito Santo	Alimentício
Universidade Federal de Itajubá	Laboratório de Etiquetagem de Bombas	Minas Gerais	Energia
Universidade Federal de Minas Gerais	Laboratório de Análise da Qualidade do Leite da Escola de Veterinária da UFMG	Minas Gerais	Alimentício
Universidade Federal de Lavras	Centro de Indexação de Vírus de Minas Gerais	Minas Gerais	Medicina e biologia
Universidade Federal de Itajubá	Laboratório de Alta Tensão Manuel Luís Barreira Martinez	Minas Gerais	Eletroeletrônica
Universidade Federal de Campina Grande	Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste - CIBIO	Paraíba	Medicina e biologia
Universidade Federal do Paraná	Laboratório de Análises de Combustíveis Automotivos - LACAUTets	Paraná	Combustíveis
Universidade Estadual do Oeste do Pará	Universidade Estadual do Oeste do Pará	Paraná	Outros

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Da mesma maneira, o organismo responsável pela acreditação na ISO/IEC 17025 na Alemanha é a *Deutsche Akkreditierungsstelle* (DAkKS). Através da consulta ao site, foi possível construir um banco de dados inicial com informações similares às do Brasil, como é possível ver na Tabela 3. O banco de dados completo está disponível no apêndice B.

Tabela 3 - Visão parcial do banco de dados da Alemanha

Universidade	Laboratório	Estado	Área de atuação
Hospital Universitário Giessen e Marburg	Instituto de Higiene e Medicina Ambiental	Hessen	Ensaios físico-químicos
Universidade Justus-Liebig de Giessen	Instituto de Ciência Alimentar Veterinária	Hessen	Alimentício
Universidade Justus-Liebig de Giessen	Clínica para pássaros, répteis, anfíbios e peixes	Hessen	Medicina e biologia
Universidade de Kassel	Centro de análise de camada superficial e tecnologia ZERTECH	Hessen	Construção Civil
Universidade de medicina de Berlim	Instituto de Medicina Legal, Departamento de Toxicologia Forense	Berlim	Medicina e biologia
Universidade de medicina de Berlim	Instituto de Medicina Legal, Departamento de Genética Forense	Berlim	Medicina e biologia
Universidade de medicina de Berlim	Instituto de Imunologia Médica / BCRT	Berlim	Medicina e biologia
Universidade de medicina de Berlim	Instituto de Medicina Legal, Departamento de Genética Forense	Berlim	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Berlim	Instituto de Imunologia Médica / BCRT	Berlim	Medicina e biologia

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.2 Desenvolvimento do questionário

Para que pudesse obter dados estatísticos com relação ao contexto da acreditação de laboratórios de universidades, um questionário foi elaborado através da plataforma *Google Docs* e está disponível para consulta no idioma português no apêndice C e inglês no apêndice D. Os questionários são compostos por questões de múltipla escolha, onde quem responde seleciona opções pré-estipuladas e questões abertas com respostas descritivas. O objetivo de mesclar estes

dois tipos de questões é de se obter dados quantitativos e qualitativos. Para a construção das questões fechadas, foram abordados os temas mais relevantes de acordo com a bibliografia, para que dados estatísticos pudessem ser desenvolvidos. Para as questões abertas, optou-se por abordar os assuntos pertinentes, porém permitindo que o participante emitisse suas opiniões e desse suas informações de forma livre. A união destas duas abordagens possibilitou a geração de dados e obtenção de informações muito relevantes para o desenvolvimento desta tese.

3.3 Submissão do questionário

Para os laboratórios do Brasil, inicialmente realizou-se o envio de um e-mail no formato de *mailing list* com os endereços eletrônicos disponibilizados no site do INMETRO através da Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá – Unesp, convidando os técnicos responsáveis pelos laboratórios a participar da pesquisa respondendo o questionário.

Em um primeiro momento, a adesão foi de 8 respondentes. Uma das razões é a de que muitos dados disponibilizados no site do INMETRO estão desatualizados, sendo assim, muitos e-mails não chegaram ao destinatário final esperado. Desta maneira, entrou-se em contato individualmente com cada instituição por telefone, atualizando-se os dados e realizando o reenvio do questionário agora através do e-mail institucional da Unesp. Esta iniciativa fez com que este número aumentasse de 8 para 22 respondentes.

Diferentemente do Brasil, a DAkkS na Alemanha não disponibiliza em seu site os dados de contato dos responsáveis técnicos dos laboratórios. Por esta razão, a busca por estas informações foi muito mais complexa e realizada através de buscas na *internet* e pesquisas dentro dos sites das próprias universidades.

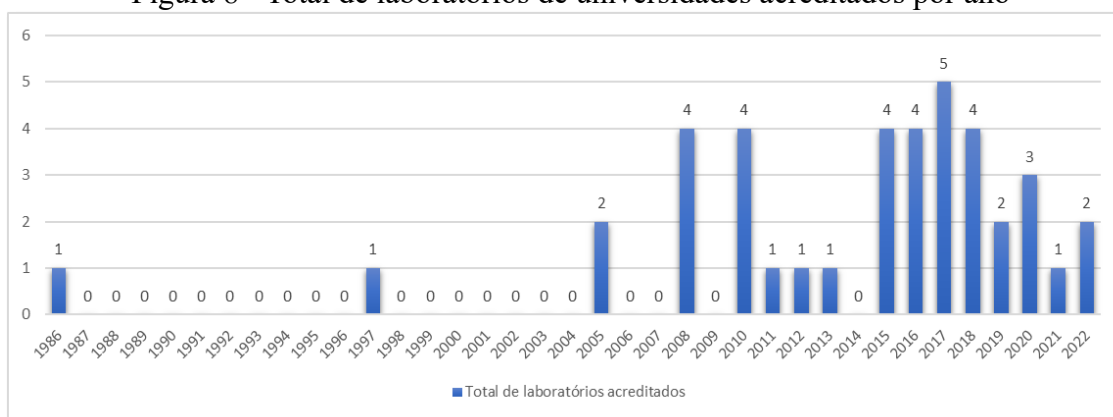
A partir dos resultados obtidos através do questionário em questão, foram gerados indicadores que auxiliam no entendimento do contexto do assunto. Os resultados serão apresentados e discutidos na sessão 4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise geral do cenário brasileiro de laboratórios de universidades acreditados na ABNT NBR ISO/IEC 17025

Através do banco de dados, foi possível realizar a construção de indicadores gerais, que auxiliaram no entendimento do contexto brasileiro. No total, o Brasil possui 38 laboratórios de universidades acreditados na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025. Na Figura 8 é possível verificar que este número teve um aumento significativo nos últimos anos, onde a grande maioria das creditações se concentram a partir de 2010 até os dias de hoje.

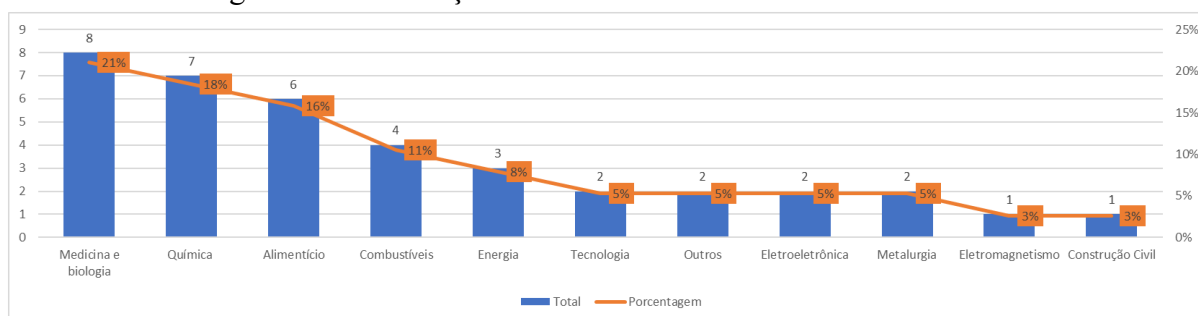
Figura 8 - Total de laboratórios de universidades acreditados por ano



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

De uma forma geral, apresentada na Figura 9, percebe-se a maior concentração de laboratórios acreditados atuando na área dos cursos de Medicina e Biologia, sendo que os 8 laboratórios representam 21% do total.

Figura 9 - Distribuição dos laboratórios de universidades acreditados

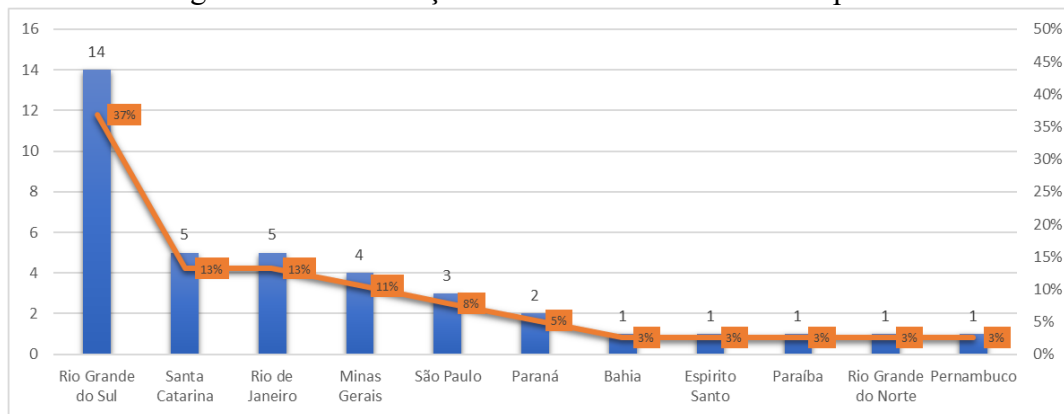


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Analisando-se a distribuição por estado, de acordo com a Figura 10, nota-se uma concentração de laboratórios na região sul do Brasil, chegando em um total de 50% ao se somar Rio

Grande do Sul com 37% e Santa Catarina com 13%. A região Sudeste tem um total de 32%, somando-se Rio de Janeiro com 13%, Minas Gerais com 11% e São Paulo com 8%.

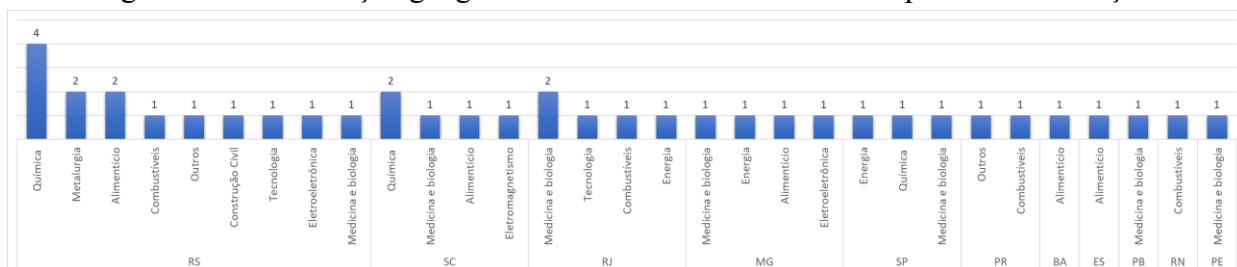
Figura 10 - Distribuição de laboratórios acreditados por estado



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao se analisar os dados estratificados por estado, na Figura 11, nota-se que os cursos de Medicina e biologia não se destacam em um determinado estado, sendo distribuída de maneira proporcional através dos estados.

Figura 11 - Distribuição geográfica de laboratórios acreditados por área de atuação



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Desta maneira, percebe-se que mesmo que os cursos de Medicina e biologia seja a área com maior número de creditações, ela não se concentra em uma universidade ou em um estado em particular.

Na Tabela 4, o objetivo é demonstrar se existe relação direta entre número de laboratórios acreditados, PIB, número de universitários e número de universidade. Fica claro que esta relação não existe no Brasil. Rio Grande do Sul estado com maior número de laboratórios acreditados, é o 4º maior PIB do país e o 5º em nº de universitários e o 6º em número de universidade, ou seja, a concentração de alunos por laboratório acreditado é bem elevada. Já São Paulo, o

maior PIB do país, com o maior número de universitários e universidade, é o 4º em laboratórios acreditados, com apenas 3.

Tabela 4 - Relação entre nº de laboratórios acreditados, PIB, nº de universitários e nº de universidade

Brasil	Nº de Laboratórios de IES acreditados	PIB em 2018 (1.000.000)	Número de universitários em 2018	Número de IES em 2018	Ranking em nº de Laboratórios de IES acreditados	Ranking de PIB em 2018	Ranking de nº de universitários em 2018	Ranking de número de IES
Rio Grande do Sul	14	R\$ 457.294.000,00	518.225	187	1º	4º	5º	6º
Santa Catarina	5	R\$ 298.227.000,00	722.860	200	2º	6º	3º	5º
Rio de Janeiro	5	R\$ 758.859.000,00	385.964	160	2º	2º	7º	8º
Minas Gerais	4	R\$ 614.876.000,00	861.444	393	3º	3º	2º	2º
São Paulo	3	R\$ 2.210.562.000,00	2.031.669	674	4º	1º	1º	1º
Paraná	2	R\$ 440.029.000,00	557.155	261	5º	5º	4º	3º
Bahia	1	R\$ 286.240.000,00	448.659	231	6º	7º	6º	4º
Paraíba	1	R\$ 64.374.000,00	295.494	183	6º	11º	8º	7º
Espírito Santo	1	R\$ 137.020.000,00	163.351	98	6º	9º	9º	10º
Pernambuco	1	R\$ 186.352.000,00	154.771	143	6º	8º	10º	9º
Rio Grande do Norte	1	R\$ 66.970.000,00	121.376	72	6º	10º	11º	11º

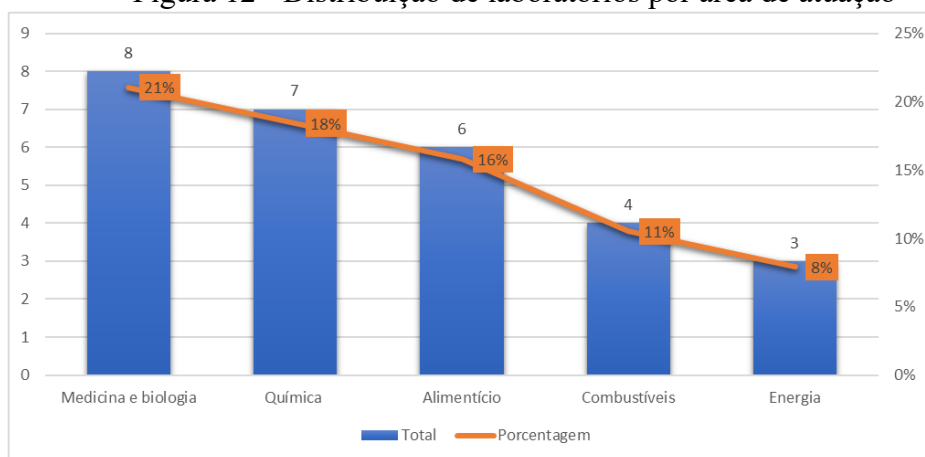
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

De forma geral, o Brasil tem 2.608 IES e 38 laboratórios acreditados, ou seja, de todas as IES existentes no país, 1,46% destas possuem laboratórios acreditados de acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025.

4.1.1 Análise por área de atuação

No Brasil, a área de atuação que mais têm laboratórios de universidades acreditados é na área de medicina e biologia, com 21% do total, como é possível se ver na Figura 12. A segunda maior área é química com 18%, seguindo do setor alimentício com 16%, combustíveis 11% e energia 8%.

Figura 12 - Distribuição de laboratórios por área de atuação

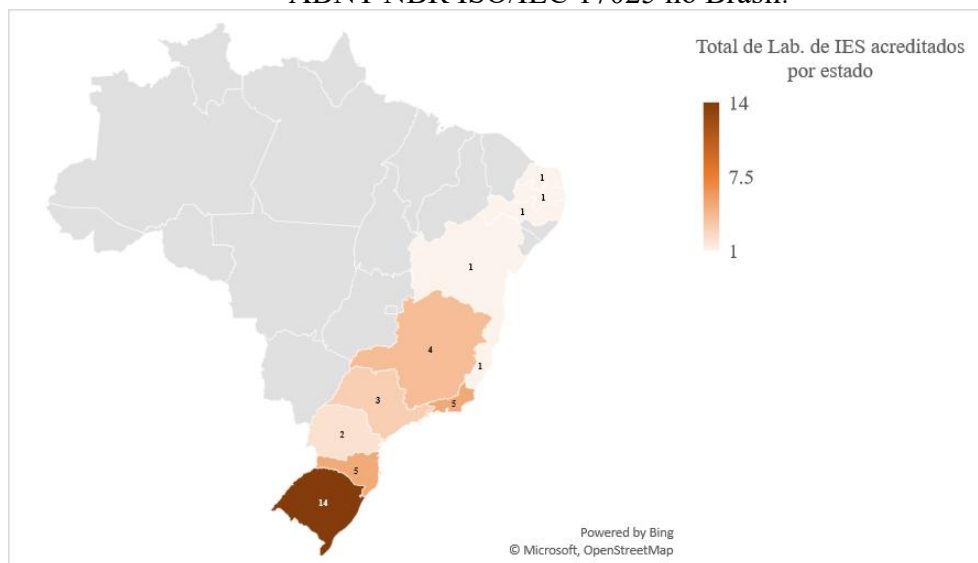


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.1.2 Análise geográfica

Para um entendimento mais aprofundado sobre o tema, é importante também entender como estes laboratórios estão distribuídos em território nacional, com mostrado na Figura 13.

Figura 13 - Distribuição geográfica dos laboratórios de universidades acreditados na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 no Brasil.



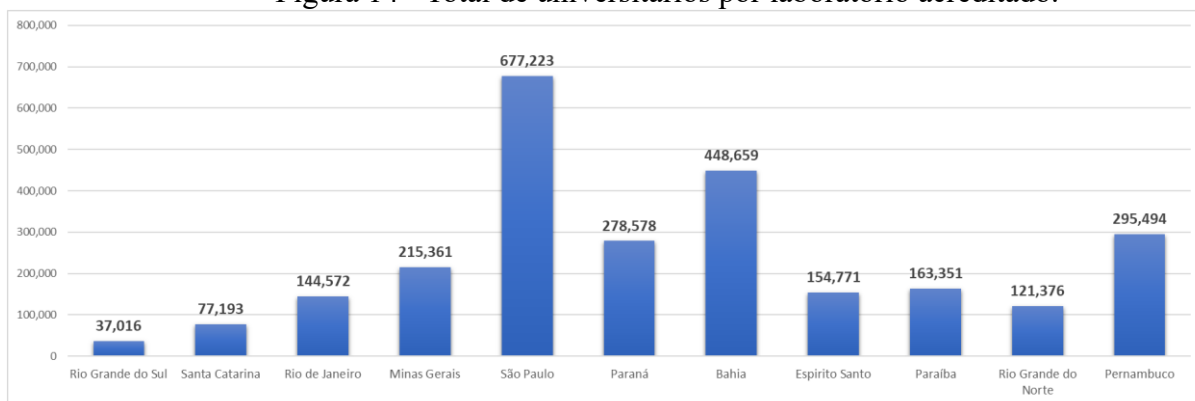
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Percebe-se claramente a concentração de laboratórios acreditados na região sul do Brasil, num total de 21 dos 38 no Brasil. Na região sudeste existem 13 e no Nordeste apenas 4. Já nas regiões norte e centro-oeste não existem laboratórios acreditados nesta norma. Este fato é interessante pois demonstra que estes números não têm relação direta com PIB, com concentração de universitários ou total de universidades de cada estado, como veremos nas análises a seguir.

4.1.3 Análise econômica

A Figura 14 mostra um fator que podemos denominar de taxa disponibilidade de laboratórios acreditados, pois demonstra quantos universitários existem em cada estado para cada laboratório acreditado. Esta taxa tem seu valor mais favorável no estado do Rio Grande do Sul, com 37.016 universitário para cada laboratório acreditado e seu valor menos favorável no estado de São Paulo, com 677.223 universitários para cada laboratório acreditado.

Figura 14 - Total de universitários por laboratório acreditado.

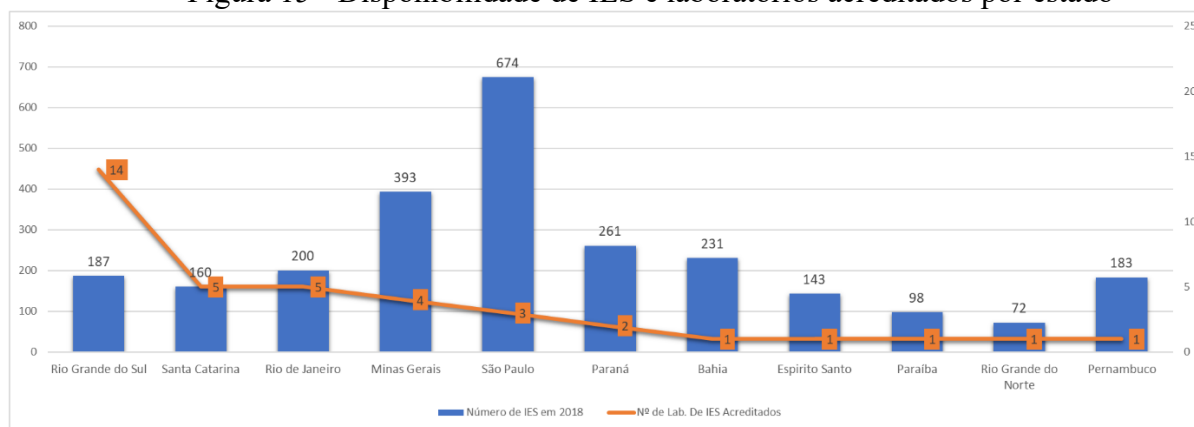


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Considerando-se esta estimativa, percebe-se claramente que universitários do Rio Grande do Sul tem uma oportunidade muito maior de desenvolver atividades de graduação e pós-graduação, tanto de participação em aula quanto de pesquisas.

Analisando a Figura 15, relacionando-se o total de IES e o total de laboratórios acreditados, nota-se São Paulo com a maior oferta de IES, num total de 674, porém apenas 3 laboratórios. A segunda maior oferta de IES é Minas Gerais com 393, mas também apenas 4 laboratórios, seguida por Paraná com 261 IES e 2 laboratórios acreditados. Já Rio Grande do Sul dispõe de 187 IES e um total de 14 laboratórios acreditados. Analisando-se esses números, nota-se a um desequilíbrio entre oferta de IES e laboratórios acreditados. Uma vez que na Figura 15 nota-se uma sequência crescente praticamente do Rio Grande do Sul até São Paulo no que diz respeito ao número de IES em cada estado, nota-se uma sequência decrescente no número de laboratórios acreditados.

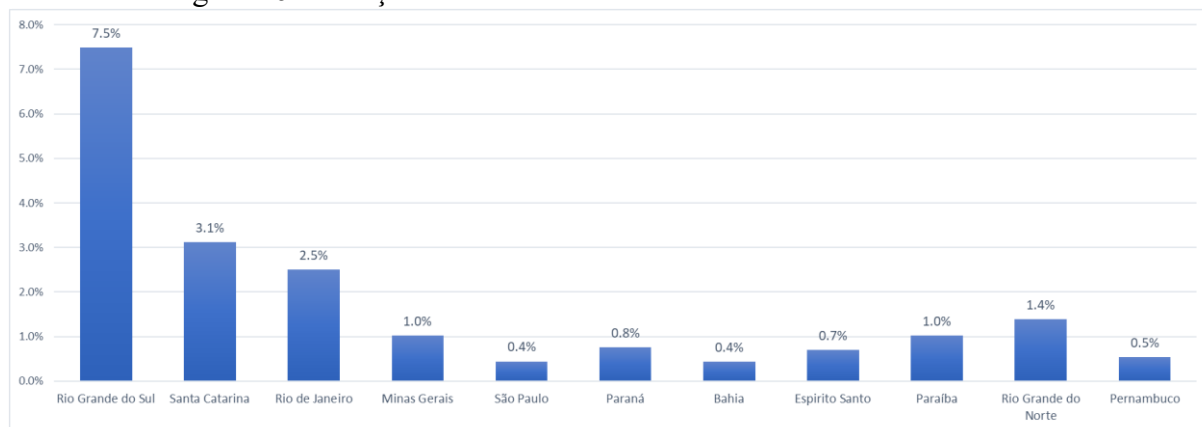
Figura 15 - Disponibilidade de IES e laboratórios acreditados por estado



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Analisando-se a Figura 16 por uma outra ótica, agora em porcentagem, é possível notar a densidade de laboratórios acreditados em relação ao total de IES na Figura 15. Nota-se que em São Paulo e Bahia estão os menores índices, ambos mostrando que apenas 0,4% do total de IES possuem laboratórios acreditados. Em contrapartida, a maior densidade se encontra no Rio Grande do Sul, com um valor de 7,5%.

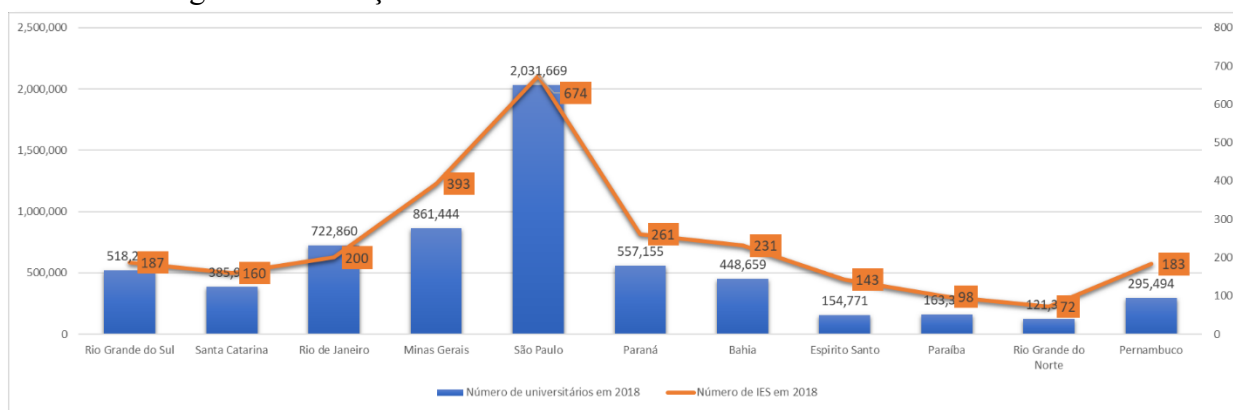
Figura 16 - Relação entre total de laboratórios acreditados e total de IES.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao considerar somente a oferta de IES em relação à demanda pela quantidade de universitários, de acordo com a Figura 17, percebe-se uma proporcionalidade em todos os estados considerados, o que é um resultado óbvio de se esperar.

Figura 17 - Relação entre total de laboratórios acreditados e total de IES

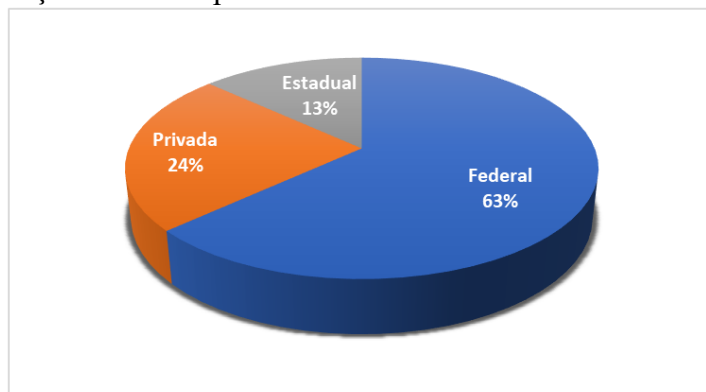


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Percebe-se assim, que no Brasil, a oferta de laboratórios acreditados não tem relação com o total de universidades nos estados. Isto leva a um entendimento de que se trata de decisões e estratégias das próprias universidades, e não uma relação com a oferta e demanda.

Outra visão importante é a apresentada na Figura 18, onde 63% das universidades que possuem laboratório acreditado são federais, 24% são privadas e apenas 13% são estaduais. Isto explica a falta de relação entre PIB por estado e total de laboratórios acreditados, pois as acreditações são iniciativas das próprias universidades que em sua maioria são federais, e não diretorias estaduais dos estados mais ricos.

Figura 18 - Proporção entre os tipos de universidades com laboratórios acreditados

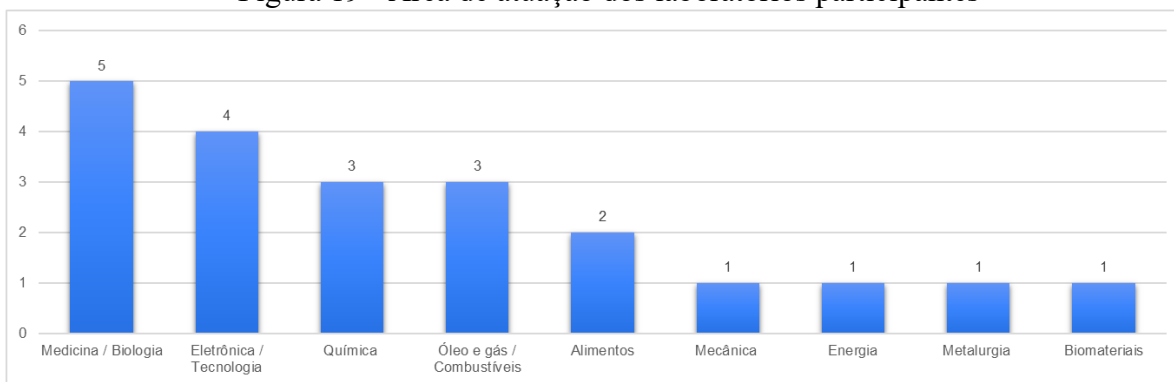


Fonte: elaborado pelo autor (2022).

4.1.4 Análise dos resultados obtidos através do questionário

Ao todo, 22 laboratórios responderam ao questionário, sendo assim, esta análise será realizada sobre aproximadamente 60% do total de laboratórios. Ao analisar a Figura 19, percebe-se que a maior parte das respostas foram obtidas por instituições do setor de Medicina/Biologia, seguida de Química e Eletrônica/Tecnologia.

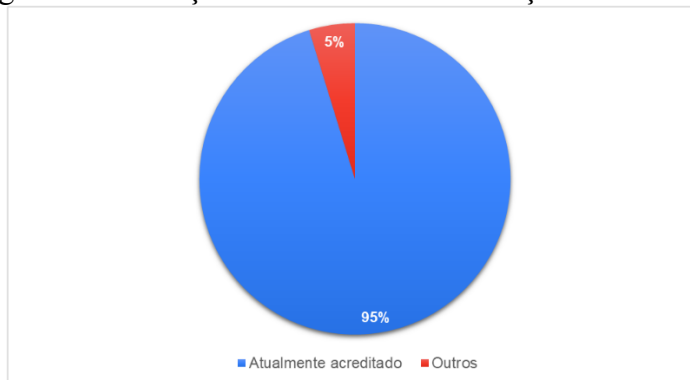
Figura 19 - Área de atuação dos laboratórios participantes



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 20 mostra que 95% dos laboratórios participantes estão atualmente acreditados. Este cenário traz ainda mais assertividade para a pesquisa, sendo que estar atualmente acreditado, faz com que o laboratório forneça informações e opiniões atualizadas com a realidade atual.

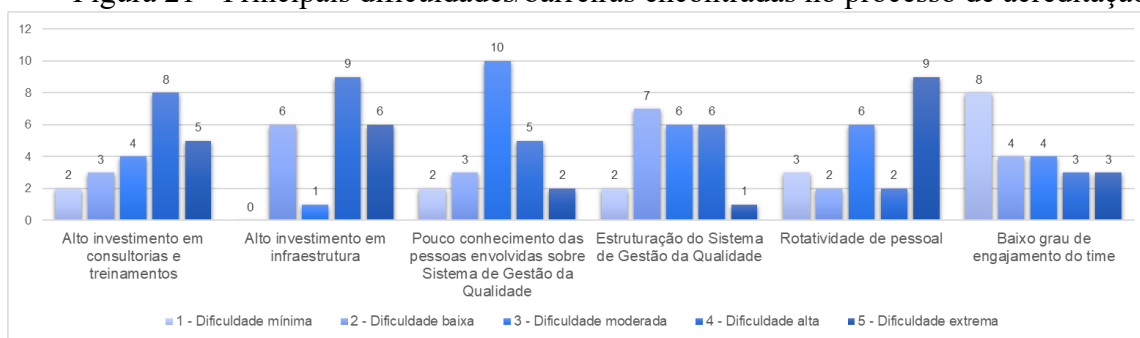
Figura 20 - Situação do laboratório em relação à acreditação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 21 representa as principais dificuldades/barreiras encontradas pelos laboratórios durante todo processo de preparação para a acreditação. As dificuldades/barreiras citadas nesta figura são as que foram encontradas na literatura com maior frequência. Para cada opção, pesos de 1 a 5 foram sugeridos.

Figura 21 - Principais dificuldades/barreiras encontradas no processo de acreditação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A primeira dificuldade/barreira a ser comentada é o alto investimento em consultorias e treinamentos. Percebe-se que dos 22 laboratórios, 8 pontuaram como “dificuldade alta” e 5 como “dificuldade extrema” para este ponto, ou seja, mais de 50%. Isto deixa claro a necessidade de preparação do time envolvido, uma vez que consultorias e treinamentos são diretamente ligados ao processo de capacitação, independente do seu foco.

A dificuldade/barreira relativa ao “alto investimento em infraestrutura” recebeu uma pontuação ainda maior significativa, sendo pontuado como dificuldade alta por 9 laboratórios e dificuldade extrema por 6, ou seja, praticamente 70% do total. Neste ponto, é importante salientar a demanda de infraestrutura que é gerada ao se buscar uma acreditação. O maquinário, os instrumentos e até mesmo softwares precisam estar em perfeito estado e serem calibrados. A calibração de determinados equipamentos pode ter custos realmente elevados e serem realizados apenas por empresas especializadas. Além disto, dependendo do escopo, pode ser exigido dos laboratórios um ambiente com temperatura controlada, salas com diferentes graus de limpeza, pré-salas de descontaminação etc.

Resultando em dificuldade/barreira com grau um pouco menor está pouco conhecimento das pessoas envolvidas sobre sistema de gestão da qualidade. Dos 22 laboratórios, 10 apontaram este item com dificuldade moderada. Ainda assim, é uma pontuação considerável, levando-se em conta que praticamente 45% dos laboratórios se manifestou com este entendimento. Em uma empresa onde existe um SGQ implementado, a comunicação com os colaboradores é normalmente feita através de ações, indicadores, política, objetivos e outros meios de comunicação. Ainda assim, o conhecimento conceitual e todas as premissas de um SGQ acaba ficando retido com o time da Qualidade, que normalmente é o responsável pela maior parte de seus processos. Colaboradores mais distantes do departamento e das ações da Qualidade acabam não tendo um conhecimento mais aprofundado a respeito. Considerando-se uma empresa onde não existe um SGQ prévio, o conhecimento disseminado pode ser ainda menor.

A dificuldade/barreira relativa à estruturação de um SGQ também se mostrou considerável, sendo que dos 22 laboratórios, 6 classificaram como dificuldade moderada e 6 como dificuldade alta, 12 ao todo, representando 55% dos laboratórios. O conhecimento sobre um SGQ está normalmente atrelado a implementação de normas como por exemplo ISO 9001 e ISO 14001. Em empresas e instituições certificadas por estas normas, a estruturação de um SGQ é o pilar principal. A implementação deste vai muito além de ações corretivas e satisfação do cliente. É necessário se fazer um mapeamento de todas as fases do processo, desde o desenvolvimento e gestão de fornecedores, passando-se por processos internos de transformação, tendo-se como premissa o atendimento e atendimento aos requisitos das partes interessadas, até o desenvolvimento de um time multifuncional que seja capaz de analisar criticamente todo o processo, além de atuar com propriedade caso não conformidades ocorram em qualquer uma destas fases. Além disto, é exigido pontualmente, que informações

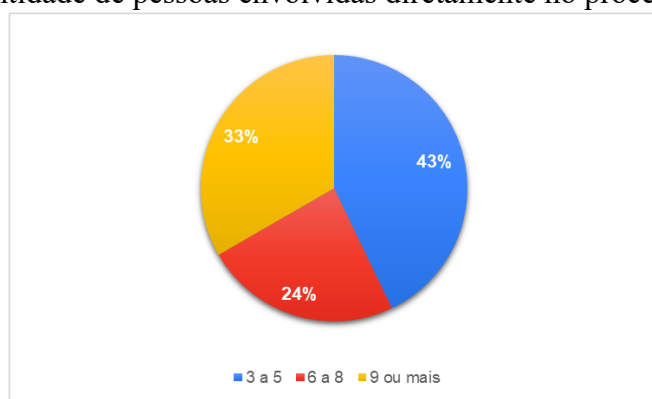
documentadas e registros sejam mantidos. Todo este sistema precisa ser frequentemente monitorado, analisado e revisado. De uma maneira macro, a interação entre todos os processos também é algo que precisa ser gerido, considerando-se todas as entradas e saídas existentes. É uma dinâmica bem específica e se faz necessário o entendimento do time com relação ao todo. Isto definitivamente não é uma tarefa simples.

A dificuldade/barreira relativa à rotatividade de pessoal foi a que se mostrou mais evidente, sendo classificada como extremamente alto por 9 laboratórios, ou seja, 40%. Isto se dá pelo fato de muitas das pessoas envolvidas no processo serem estudantes que se desligam do laboratório após um certo período, e pelo fato das movimentações de realocação de funcionários públicos concursados ter uma dinâmica muito diferente de empresas privadas.

No sentido oposto, a dificuldade/barreira relativa ao baixo engajamento do time foi classificada por 8 laboratórios como mínima e como baixa por 4, ou seja, um total de 12, ou seja, por 60% do total. Em sua maioria, o time envolvido se mostrou engajado e focado durante o processo de acreditação.

A Figura 22 ilustra bem a complexidade da acreditação, uma vez que 33% dos laboratórios tiveram 9 ou mais pessoas envolvidas diretamente neste processo e 43% relataram ter tido entre 3 e 5 pessoas. O grau de maturidade e do time envolvido, além da base profissional de cada um, pode fazer este número variar para cima e para baixo. O impacto disto no custo final da acreditação pode ser muito relevante.

Figura 22 - Quantidade de pessoas envolvidas diretamente no processo de acreditação

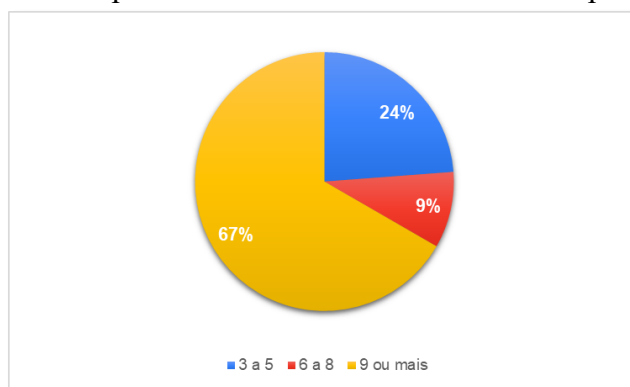


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Com relação ao número de pessoas envolvidas indiretamente neste processo, a

Figura 23 mostra que em 67% dos laboratórios, este número foi superior a 9, ou seja, um impacto ainda maior. Este fato é importante e mostra a abrangência que a acreditação tem. A participação de pessoas de outras áreas, outros processos, outros departamentos, se faz necessária em vários momentos durante a acreditação. Este fato mostra o quão importante é o real engajamento da alta direção neste processo, pois se faz necessário um alinhamento de toda a instituição com um objetivo em comum.

Figura 23 - Quantidade de pessoas envolvidas indiretamente no processo de acreditação

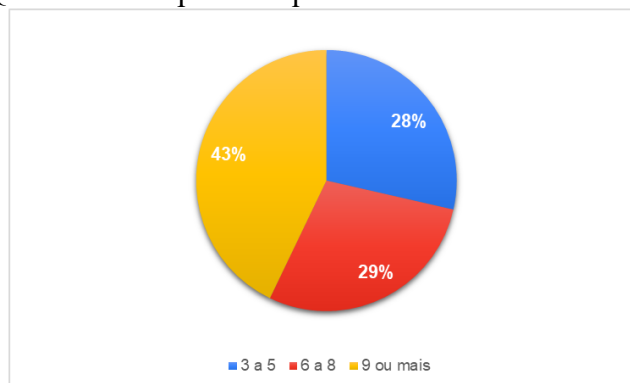


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De uma forma geral, tem-se a impressão de que um laboratório de uma universidade é um local muitas vezes pequeno, pouco estruturado e pouco utilizado. A

Figura 24 ilustra bem o quão equivocado este pensamento pode ser. Em 43% dos laboratórios, foi apontado que trabalham mais de 9 pessoas e em 29% trabalham entre 6 e 8. Isto faz com que se tenha uma noção melhor do perfil dos laboratórios que têm buscado a acreditação. Para um laboratório comportar 9 ou mais pessoas trabalhando, este já deve ter uma estrutura considerável.

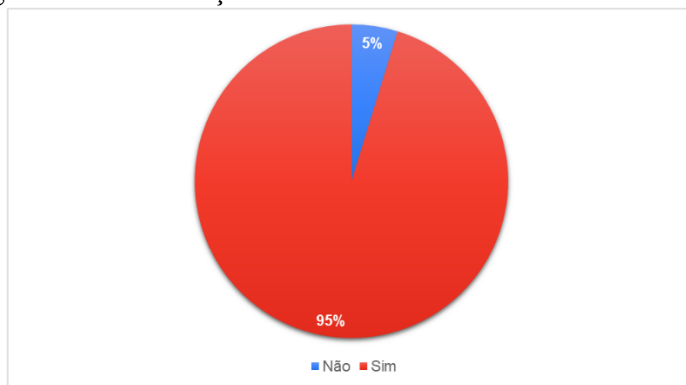
Figura 24 - Quantidade de pessoas que trabalham efetivamente no laboratório



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como mencionado ao longo desta tese, o processo de acreditação é complexo e demanda muitos recursos humanos e financeiros. Por outro lado, a Figura 25 mostra que 95% dos laboratórios observaram que este processo trouxe algum tipo de vantagem. Este número pode ser entendido como altamente motivador para aqueles que buscam acreditação.

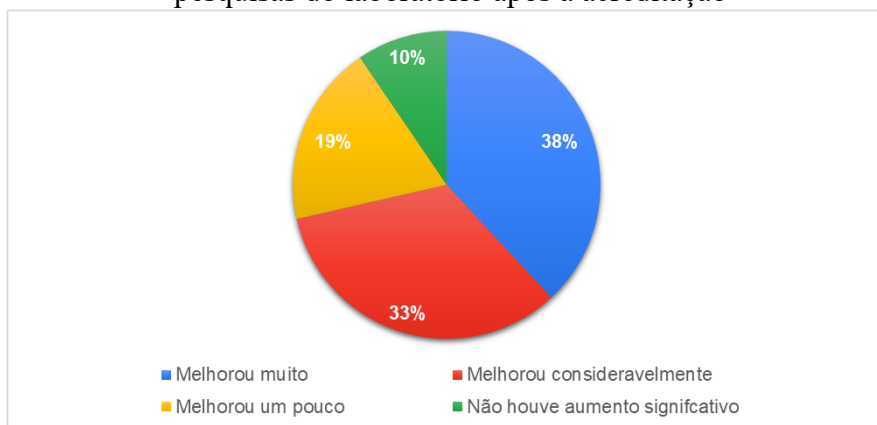
Figura 25 - Verificação de benefícios oriundos da acreditação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 26 detalha um pouco mais os resultados observados na Figura 25. Nesta, 36% dos laboratórios apontam que a qualidade de seus processos melhorou muito após a acreditação, além de 32% apontarem que esta qualidade melhorou consideravelmente, ou seja, quase 70% apontaram para uma melhora positiva.

Figura 26 - Verificação do aumento da Qualidade nos processos de desenvolvimento de pesquisas do laboratório após a acreditação

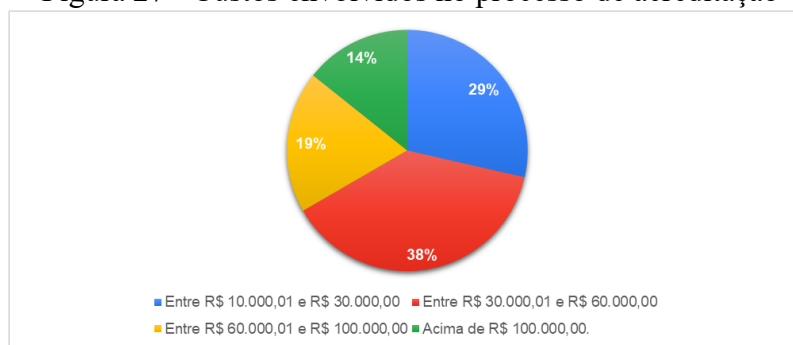


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao buscar a acreditação é uma decisão estratégica importante, pois os custos envolvidos no processo são relativamente altos. Na Figura 27, percebe-se que 14% apontaram um custo

superior a R\$ 100.000,00 reais, 19% entre R\$ 60.000,00 e R\$ 100.000,00 e 38% apontaram um custo entre R\$ 30.000,00 e R\$ 60.000,00. Estes são custos importantes, considerando que muitas universidades estaduais e federais precisam elaborar estratégias para pleitear tais verbas. As universidades privadas por sua vez, têm uma gestão relativamente diferenciada no que tange a gestão de recursos, desdobramentos de metas e resultados. De qualquer maneira, sendo a universidade pública ou privada, a decisão de se buscar a acreditação deve basear-se em uma estratégia sólida, pois os custos são altos e o retorno financeiro pode demorar a acontecer.

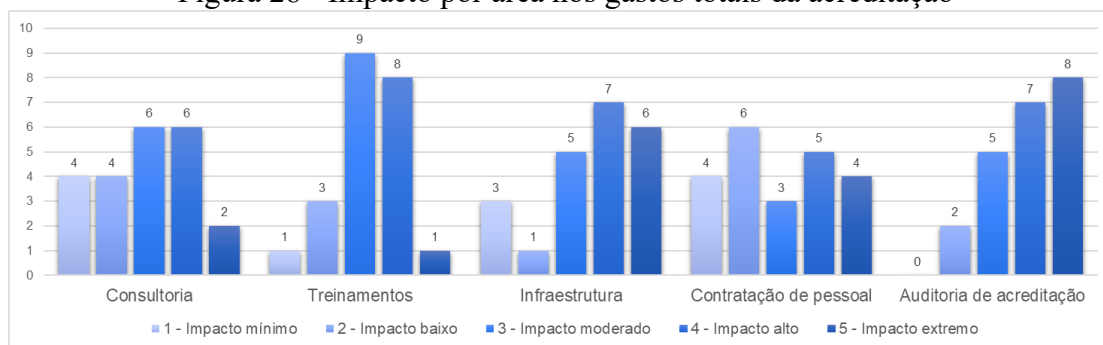
Figura 27 - Custos envolvidos no processo de acreditação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao analisar o impacto financeiro de cada área nas quais o recurso financeiro de todo projeto de acreditação precisa ser alocado, em relação ao custo total, detalhado na Figura 28, nota-se que o impacto com consultoria foi pontuado como extremo para 2 laboratórios, como alto para 6 e moderado também para 6.

Figura 28 - Impacto por área nos gastos totais da acreditação



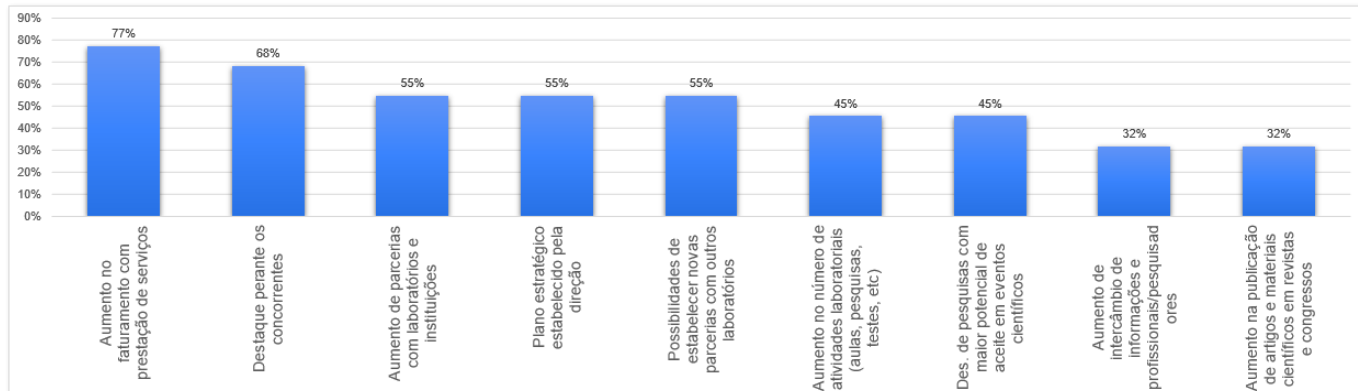
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Já o impacto com treinamentos teve um resultado mais concentrado, sendo qualificado como alto por 8 laboratórios e moderado por 9. Infraestrutura resultou em um impacto ainda mais considerável, sendo qualificado como extremo para 6 laboratórios e alto por 7, ou seja, mais de 50% do total. Contratação de pessoal foi considerado moderado em média.

Um dos custos com impactos mais significativo é a auditoria de acreditação, que foi classificada como extremo por 8 laboratórios, alto por 7 e moderado por 5. Vale lembrar que esta auditoria é realizada única e exclusivamente pelo INMETRO, não havendo possibilidade de se realizar qualquer pesquisa de mercado visando a diminuição deste custo.

Ao se buscar a acreditação do laboratório, é certo se pensar que a instituição busca por benefícios já pré-definidos. Nesta pergunta era liberado a votação em mais de um objetivo para cada laboratório. Será comentado a seguir os resultados mais significativos. A Figura 29 ilustra quais destes objetivos mais foram citados. Nota-se claramente que o aumento de faturamento com prestação de serviços é o objetivo que recebeu maior votação, 77% no total. Apontado como segundo objetivo a ser alcançado está o destaque perante os concorrentes, com 68%. Igualando-se com 55% votos estão aumento de parceria com laboratórios e instituições, plano estratégico estabelecido pela direção e possibilidade de estabelecer novas parcerias com outros laboratórios.

Figura 29 - Expectativa de objetivos a serem alcançados após o processo de acreditação

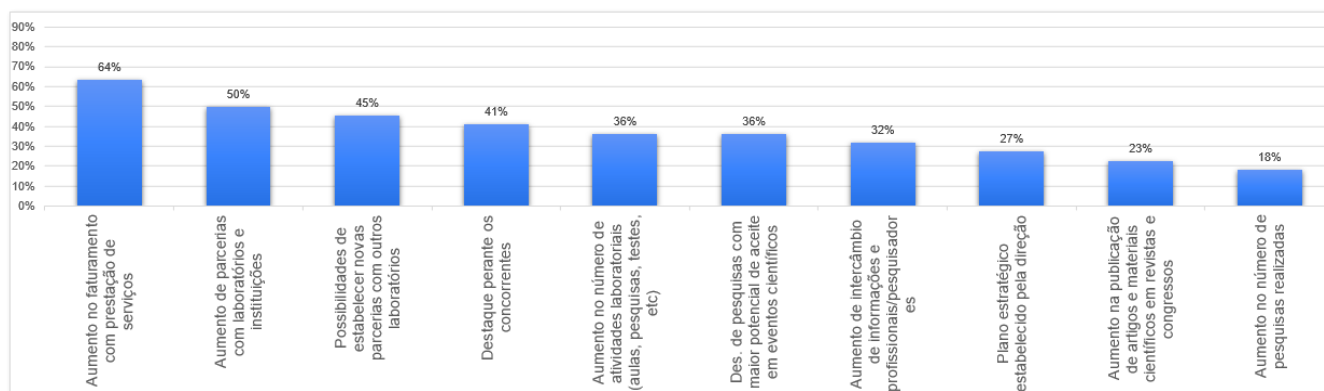


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Uma vez alcançada a acreditação, a Figura 30 tem o visa entender quais objetivos foram de fato alcançados, considerando-se que a figura 25 ilustra um cenário pré-acreditação. Novamente os resultados mais significativos serão comentados. O objetivo alcançado mais citado foi o aumento de faturamento através de prestação de serviços, sendo selecionado por 64% dos laboratórios. Este fato é muito relevante, tendo em vista que gerar receita é muito importante para qualquer instituição.

Em seguida, sendo selecionado por 50% dos laboratórios está o aumento de parcerias com laboratórios e instituições. Com 45%, a possibilidade de estabelecer novas parcerias com outros laboratórios, seguido por destaque perante os concorrentes, com 41%.

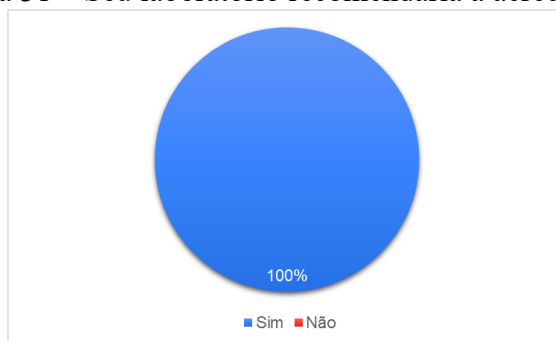
Figura 30 - Objetivos realmente alcançados após o processo de acreditação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Este cenário como um todo é bem interessante, pois coloca um laboratório acreditado efetivamente como uma fonte de faturamento para a instituição, além de aumentar suas parcerias com outros laboratórios e gerar destaque perante seus concorrentes. Ao serem questionados se recomendariam a acreditação a outros laboratórios, houve unanimidade em dizer que sim, conforme Figura 31.

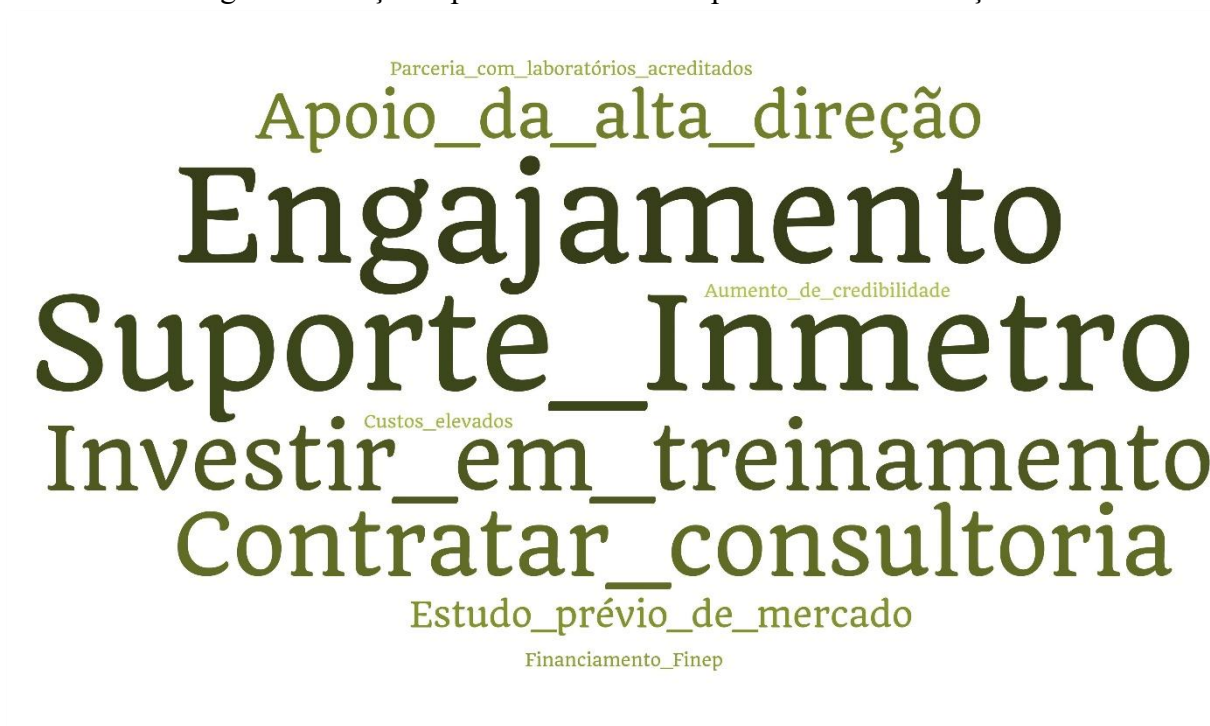
Figura 31 – Seu laboratório recomendaria a acreditação?



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A última pergunta do questionário permitiu uma abordagem qualitativa, pois se trata de uma pergunta aberta. Nesta, foi solicitado que os respondentes descrevessem as principais lições aprendidas durante o processo de acreditação. A nuvem demonstrada na Figura 32 representa os comentários mais citados, sendo que a dimensão das palavras é diretamente proporcional com a quantidade de vezes em que foram citadas.

Figura 32 - Lições aprendidas durante o processo de acreditação



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Entre as palavras-chave citadas, destaca-se as que tiveram maior recorrência, como:

- Engajamento;
- Suporte Inmetro;
- Investir em treinamento;
- Contratar consultoria;
- Apoio da alta direção.

Em se tratando de engajamento, foi mencionada a dificuldade e a complexidade do processo de acreditação. Desta maneira, os gestores do projeto precisam manter o time motivado e focado no resultado esperado. As atividades relacionadas com um processo de acreditação não fazem parte do dia a dia dos funcionários de uma universidade, fazendo com

que o engajamento seja uma ferramenta essencial para que o time alcance o sucesso no projeto.

Os laboratórios também identificarem o suporte do INMETRO como um fator relevante, tendo em vista a complexidade citada acima. Não é de se esperar que um organismo acreditador esteja sempre disponível e auxiliando durante o processo de preparação. Por outro lado, o conhecimento sobre a norma e a formulação de um sistema de gestão da qualidade não fazem parte do dia a dia de uma universidade. Desta maneira, o INMETRO poderia criar uma estratégia de esclarecimento prévio e suporte diferenciada às universidades, possibilitando o crescimento dos números acreditações.

Investimento em treinamentos também foi um pontuado como crucial para o sucesso deste processo. Pelo fato de se tratar da construção de um sistema novo, com base em procedimentos, indicadores, definição de responsabilidade, tratativas de não conformidades etc., algo raramente visto em uma universidade, é muito importante que uma agenda de treinamentos para todos os envolvidos seja definida, abordando-se o antes, o durante e o depois da acreditação.

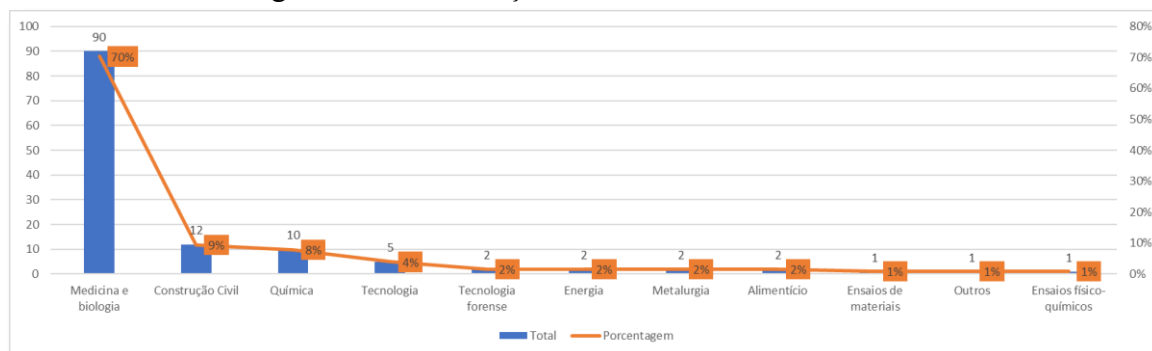
O mercado oferece inúmeras empresas especializadas no assunto e ter uma como suporte aumentou exponencialmente a chance de sucesso. O processo de acreditação é complexo, leva meses para ser concluído e envolve gerenciamento de inúmeras pessoas e departamentos, por estas razões recomenda-se que os laboratórios optem por este suporte.

Considerando-se todos estes fatores, o apoio da alta direção se mostrou um ponto crucial, pois o processo demandará recursos humanos e financeiros, suporte e direcionamento durante todo processo. Uma vez que a universidade opte pela acreditação, a alta direção precisa desdobrar em toda a instituição quais serão os impactos, desafios e ganhos para os envolvidos direta e indiretamente.

4.2 Análise geral do cenário alemão de laboratórios acreditados na ISO/IEC 17025

A Alemanha possui 128 laboratórios de IES acreditados na norma ISO/IEC 17025, praticamente 3 vezes o total do Brasil. Por outro lado, a área de atuação com maior número de acreditação é a mesma do Brasil, Medicina e biologia, com 70% das acreditações como é possível ver na Figura 33. Já a segunda área é a Construção civil, com apenas 9% das acreditações e Química com 8%. Percebe-se a grande diferença entre a maior área de atuação e as demais.

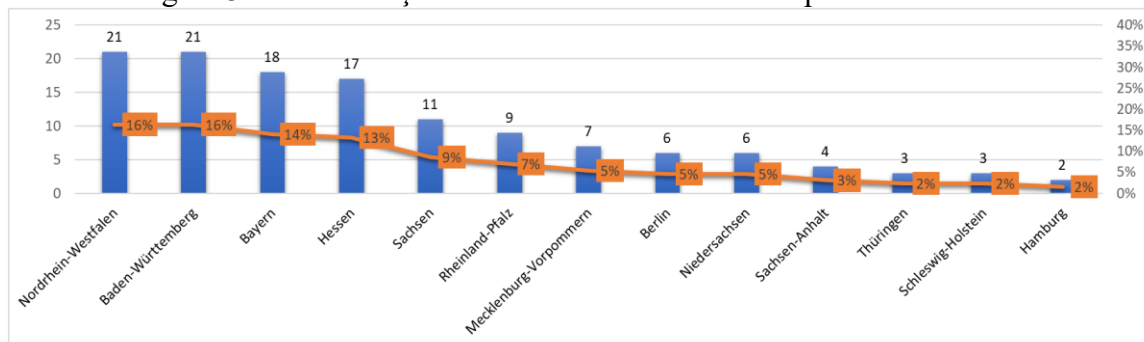
Figura 33 - Distribuição dos laboratórios de IES acreditados



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Analisando-se a Figura 34 a distribuição por estado na Alemanha, percebe-se uma equiparação entre 4 principais estados, Nordrhein-Westfalen e Baden-Wuerttemberg com 16% cada um, Bayern com 14% e Hessen com 13%. Isto mostra uma distribuição muito mais equilibrada que a existente no Brasil.

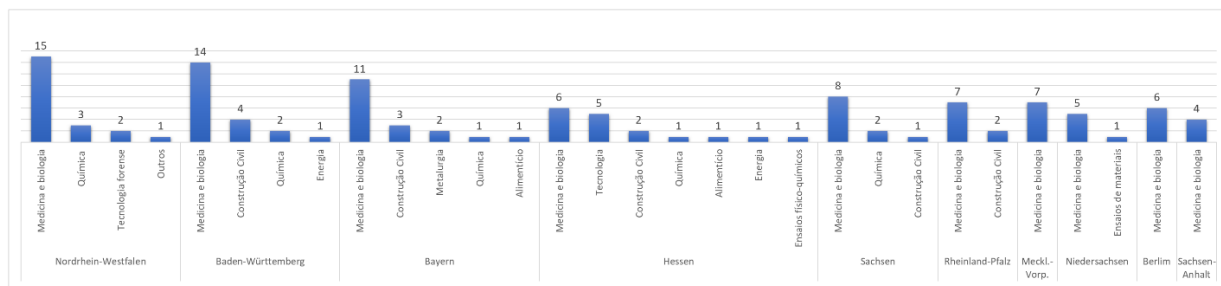
Figura 34 - Distribuição de laboratórios acreditados por estado



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao se analisar a Figura 35, percebe-se que as áreas de Medicina e biologia, além de serem as áreas com maior concentrações de laboratórios acreditados, também são as áreas com maiores concentrações em todos os estados, ou seja, indica que o investimento neste segmento é algo praticado no país como um todo.

Figura 35 - Distribuição geográfica de laboratórios acreditados por área de atuação



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Ao se analisar a Tabela 5, nota-se um claro equilíbrio entre nº de laboratórios de IES acreditados, PIB, número de universitários e de IES. Desta maneira, a concentração de universitários e laboratórios acreditados está equilibrada proporcional em todos os estados.

Tabela 5 - Relação entre nº de laboratórios acreditados, PIB, nº de universitários e nº de IES

Alemanha	Nº de Lab. de IES acreditados em 2018	PIB em 2018 (1.000.000)	Número de universitários em 2018	Número de IES em 2018	Ranking em nº de Laboratórios de IES acreditados	Ranking de PIB em 2018	Ranking de nº de universitários em 2018	Ranking de número de IES
Nordrhein-Westfalen	21	€ 694.838.706,00	783208	70	1º	1º	1º	1º
Baden-Württemberg	21	€ 513.437.751,00	359824	70	1º	3º	3º	1º
Bayern	18	€ 616.674.353,00	392297	47	2º	2º	2º	2º
Hessen	17	€ 285.832.562,00	262362	33	3º	5º	4º	4º
Sachsen	11	€ 124.373.906,00	108858	24	4º	8º	9º	6º
Rheinland-Pfalz	9	€ 143.655.489,00	123993	21	5º	7º	7º	7º
Mecklenburg-Vorpommern	7	€ 44.683.946,00	38347	7	6º	13º	13º	12º
Berlin	6	€ 145.547.125,00	192129	41	7º	6º	6º	3º
Niedersachsen	6	€ 297.300.751,00	210114	29	7º	4º	5º	5º
Sachsen-Anhalt	4	€ 61.755.133,00	54914	10	8º	12º	11º	11º
Schleswig-Holstein	3	€ 94.670.438,00	64377	13	9º	10º	10º	9º
Thüringen	3	€ 62.239.879,00	49510	12	9º	11º	12º	10º
Hamburg	2	€ 118.912.225,00	109843	20	10º	9º	8º	8º

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

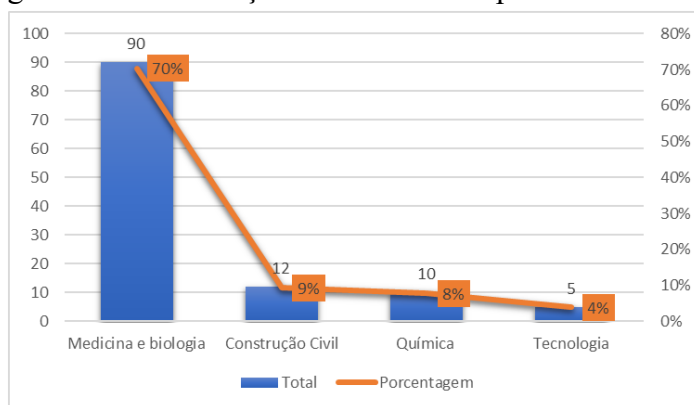
No cenário alemão, os estados que têm maior número de laboratórios acreditados, são os que têm maior PIB e maior número de universitários e número de IES. Isto mostra curvas de decaimento bem equilibradas entre o estado Nordrhein-Westfalen até Hamburg. Os estados com os 3 maiores valores de PIB, Nordrhein-Westfalen, Baden-Wuerttemberg e Bayern, são os que têm os maiores valores de PIB, e são estes mesmos 3 que dividem as primeiras 3 posições nos *rankings* de laboratórios de IES acreditados, de nº de Universitários e número de IES, ou seja, aparentemente estes números têm fatores em comum.

De forma geral, Alemanha tem 425 IES e 128 laboratórios acreditados, ou seja, de todas as IES existentes no país, 30,11% destas possuem laboratórios acreditados de acordo com a norma ISO/IEC 17025. As figuras seguintes manterão a ordem da Tabela 5, onde o primeiro Estado será Nordrhein-Westfalen e o último será Hamburg.

4.2.1 Análise por área de atuação

Na Figura 36, percebe-se claramente a concentração dos laboratórios acreditados na área de medicina, com 70% do total. A segunda maior concentração é construção civil, com apenas 9%. Entende-se que não se trata de acreditação de laboratórios de uma maneira geral, mas algo relacionado ao segmento de Medicina e biologia.

Figura 36 - Distribuição de laboratórios por área de atuação

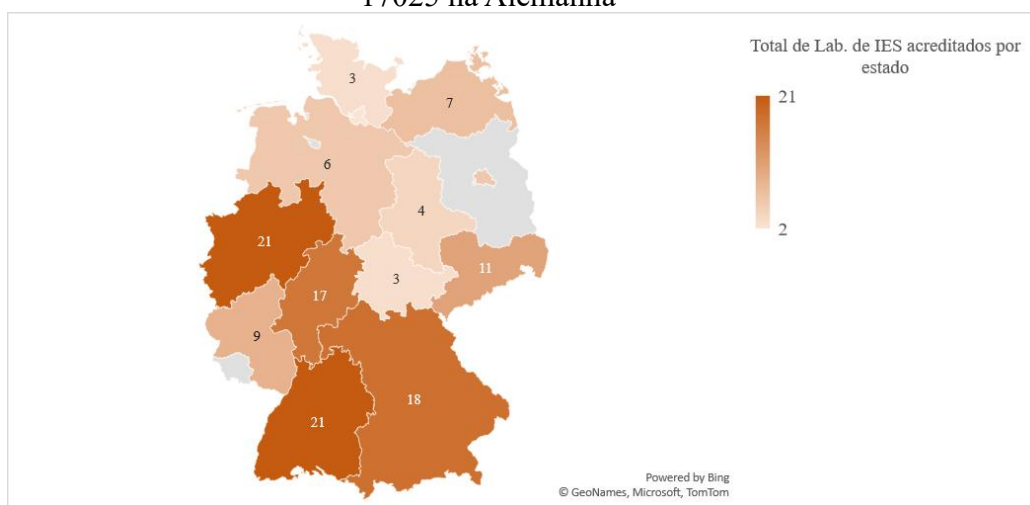


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.2.2 Análise geográfica

Na Alemanha, apenas 2 estados não possuem laboratórios acreditados, o que mostra uma distribuição bem equilibrada, como é possível notar na Figura 37. Os estados do sul concentram a maior parte dos laboratórios, mas os estados centrais também possuem uma quantidade considerável. Apenas a região norte tem números menos expressivos, mas com laboratórios em praticamente todos os estados.

Figura 37 - Distribuição geográfica dos laboratórios de IES acreditados na norma ISO/IEC 17025 na Alemanha

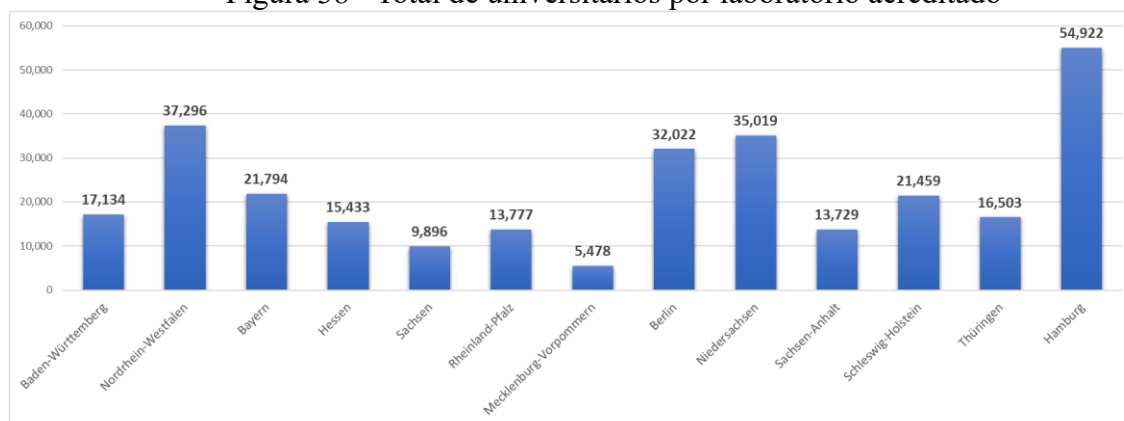


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.2.3 Análise econômica

A denominada “taxa de disponibilidade” de laboratórios acreditados, mostra um valor mais favorável em Mecklenburg-Vorpommern com 5.478 universitários para cada laboratório acreditado e um valor menos favorável em Hamburg, com 54.922 universitários para cada laboratório acreditado, dados representados na Figura 38. Sendo assim, a melhor taxa representa 10% da pior taxa.

Figura 38 - Total de universitários por laboratório acreditado

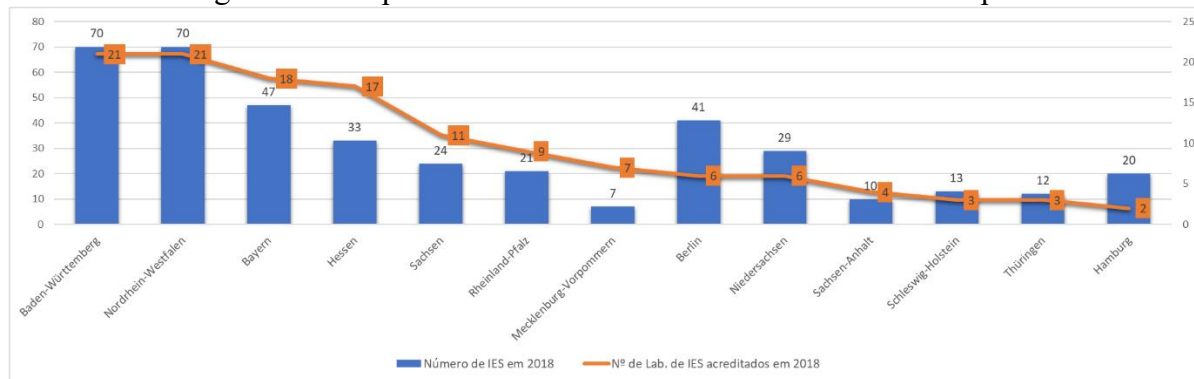


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na Alemanha, como se pode ver na Figura 39, existe uma forte relação total de IES presentes e total de laboratórios acreditados em cada estado. Ambos os números têm seu valor máximo em Baden-Wuerttemberg e Nordrhein-Wesfalen, com 70 IES cada um e 21 laboratórios acreditados. Este número tem uma taxa de decrescimento nos próximos 5 estados, passando por

Bayern, Hessen, Sachsen, Rheinland-Pfalz até Mecklenburg-Vorpommern, ou seja, quanto mais IES, mais laboratórios acreditados.

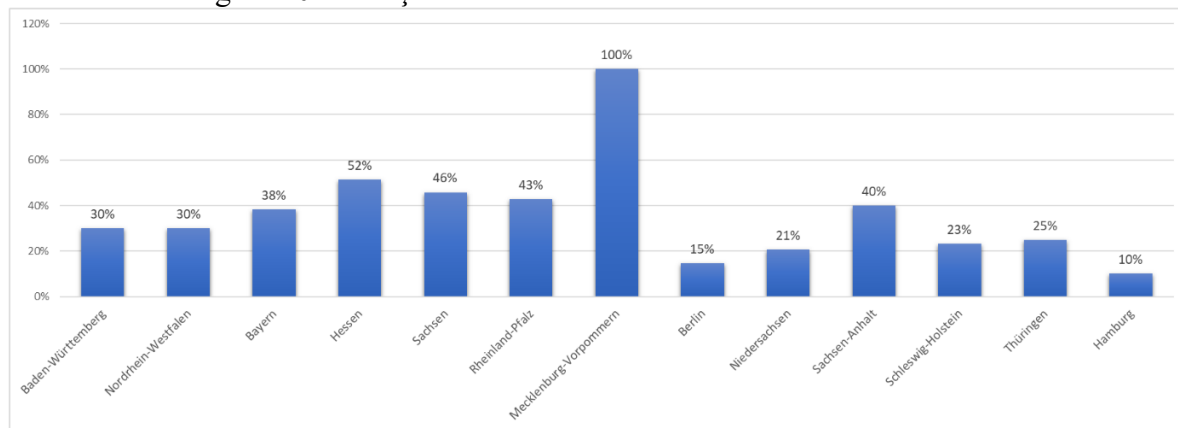
Figura 39 - Disponibilidade de IES e laboratórios acreditados por estado



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Considerando-se agora a relação entre total de laboratórios acreditados e IES em cada estado em %, Figura 40, nota-se que o estado de Mecklenburg-Vorpommern possui uma taxa bem interessante, com um valor considerado de 100%, bem superior que aos outros estados. Logo em seguida está o estado de Hessen, com 52% e Sachsen com 46%. Na sequência, muitos estados flutuam entre 45% e 20%, o que continua sendo um número bem considerável. De forma geral, a variação é grande, entre 10% e 100%, mas são dois extremos que mostram os valores flutuam entre porcentagens consideradas altas.

Figura 40 - Relação entre total de laboratórios acreditados e total de IES

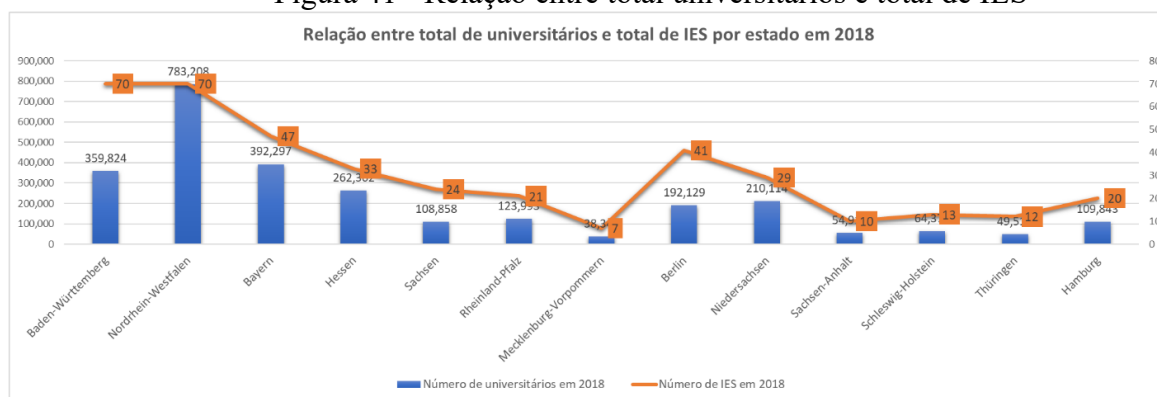


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Neste contexto é sempre interessante se avaliar a relação entre total de universitários e total de IES disponíveis em cada estado. É esperado que a oferta acompanhe a demanda. Este cenário é bem visível na Figura 41, onde a curva de total de IES acompanha o total de universitário. A exceção fica por conta do estado de Baden-Wuerttemberg que é um dos dois

estados com maior oferta de IES, com 70, mas que por outro lado, é apenas o terceiro com maior número de universitários. Este dado mostra que este estado é o que tem a melhor relação entre oferta e demanda.

Figura 41 - Relação entre total universitários e total de IES



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

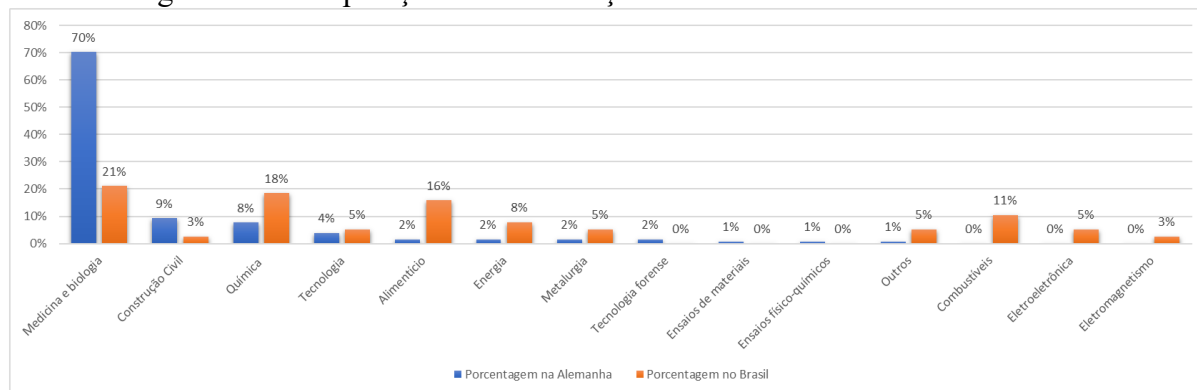
4.3 Comparando o cenário alemão e brasileiro

Neste tópico, serão comparados os indicadores das seções anteriores a fim de discutir as divergências e convergências de cenários.

4.3.1 Análise por área de atuação

Analisando-se a Figura 42, nota-se que tanto no Brasil quanto na Alemanha, a área de atuação que mais possui laboratórios acreditados são Medicina e Biologia. Isto deixa claro que estes setores buscam mais acreditação que os demais. Em alguns casos, para poder realizar alguns tipos de pesquisas, é obrigatório que laboratórios destas áreas tenham este selo de acreditação.

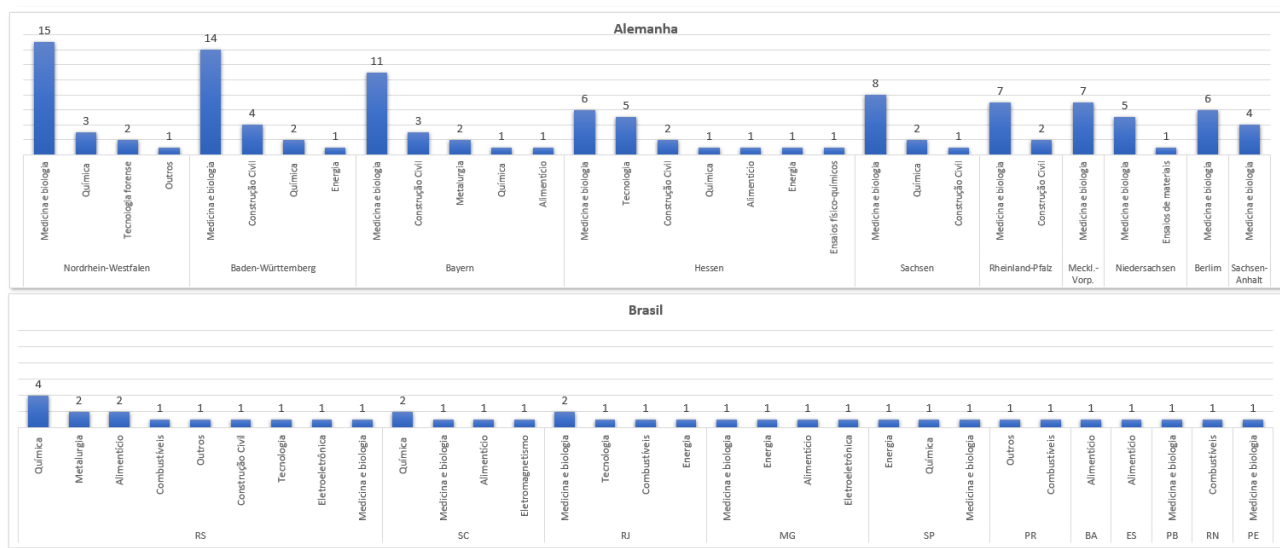
Figura 42 - Comparação área de atuação de laboratórios de IES acreditados



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 43 separa os laboratórios e suas áreas de atuação por estado, no Brasil e Alemanha. Nota-se que na Alemanha, a atuação em Medicina e Biologia é predominante em todos os estados, ou seja, não se trata de algo regionalizado. No Brasil observa-se este mesmo cenário com relação à estas áreas, pois há a presença destes laboratórios no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Paraíba e Pernambuco. Interessante notar que a atuação em Química se concentra apenas no sul do Brasil.

Figura 43 - Distribuição por área de atuação e por estado

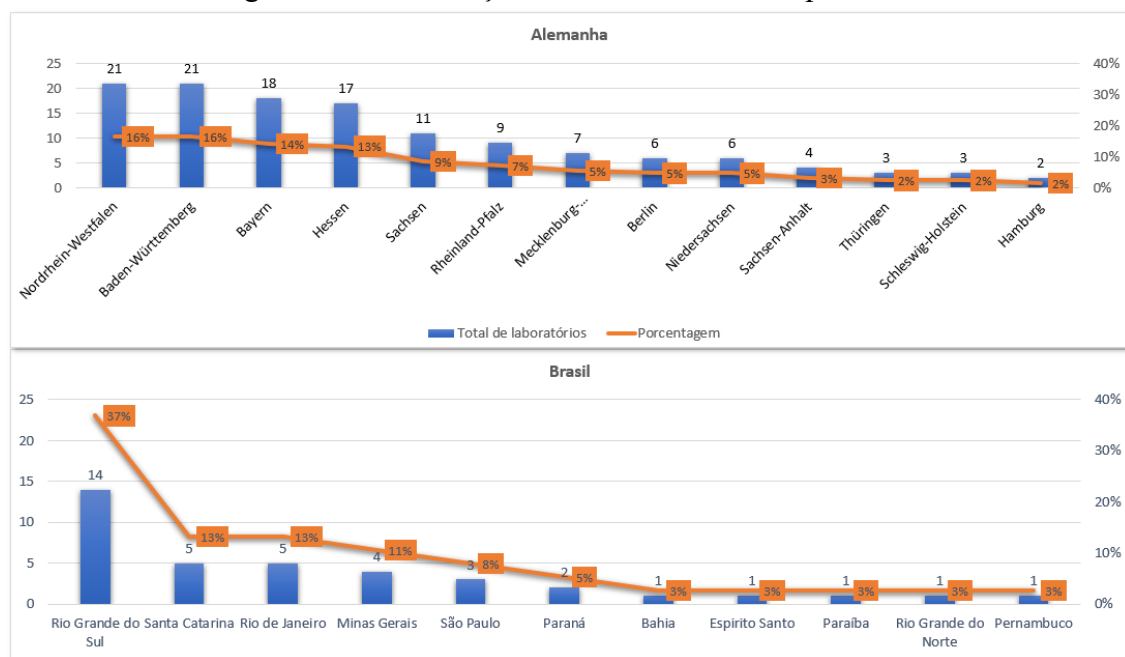


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.3.2 Análise geográfica

Na Alemanha existe uma distribuição geográfica equilibrada dos laboratórios, onde os 2 estados com maior concentração com 16% do total, seguidos por 14%, 13% e 9%. Percebe-se assim que a iniciativa de acreditação é de âmbito nacional, não se concentrando em uma região ou estado. No Brasil este cenário é bem diferente, pois o estado com a maior concentração de laboratórios com 37% deles, seguidos por 13%, 13%, 11% e 8%. Percebe-se assim, que a iniciativa de acreditação está fortemente ligada com a região sul do país (Figura 44).

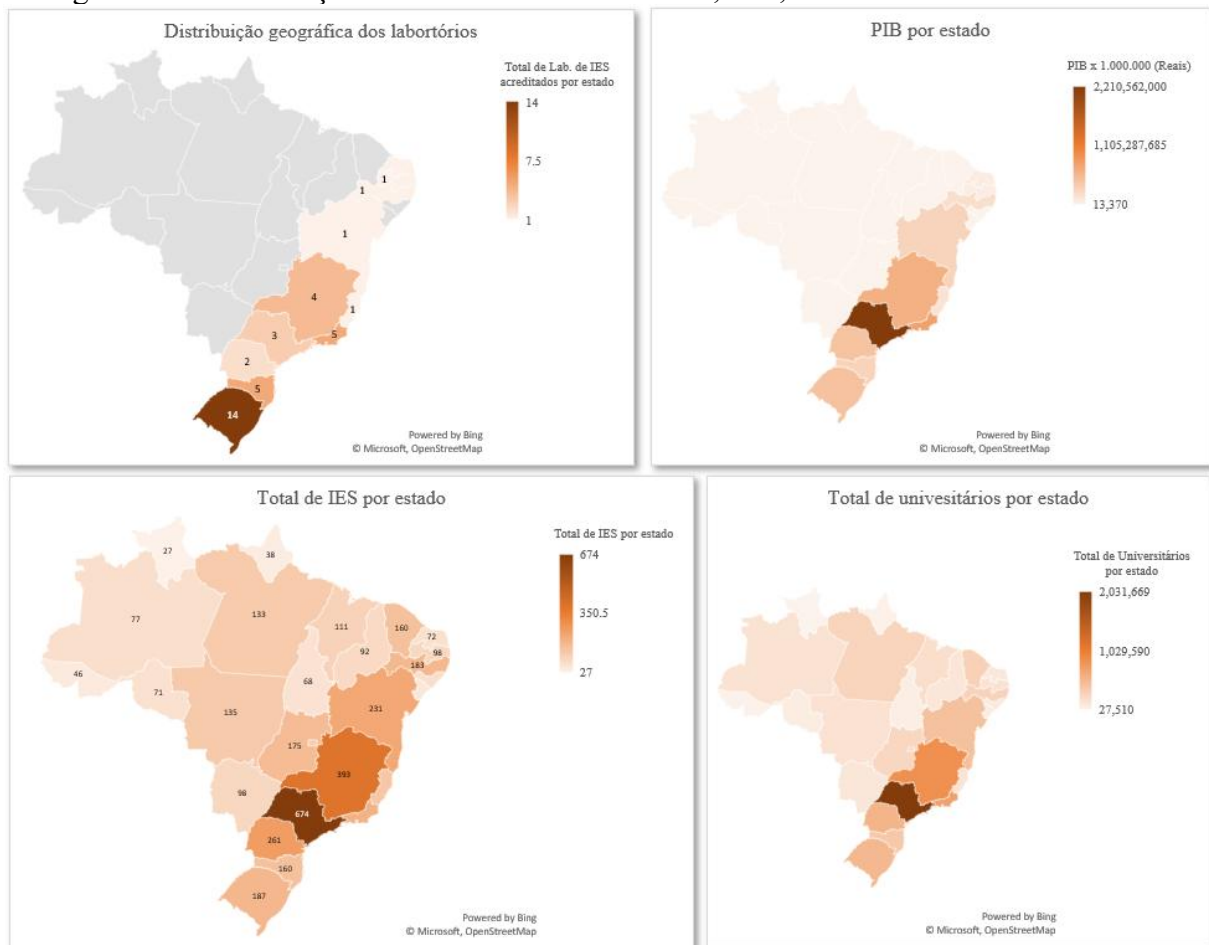
Figura 44 - Distribuição dos Lab. acreditados por estado



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Além da distribuição física dos laboratórios, é interessante entender a relação desta distribuição com o PIB, de IES e de universitários por estado, como ilustrado na Figura 45. Com relação aos laboratórios, é claro perceber que todos se concentram no litoral brasileiro, estendendo-se do Rio Grande do Sul até Rio Grande do Norte. A concentração, porém, permanece no sul do Brasil. Quando se trata do PIB, percebe-se que este se concentra na região Sudeste, nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Percebe-se então que os estados que mais concentram laboratórios acreditados não são os que possuem maior PIB. O mesmo acontecer ao se analisar o total de IES. Mais uma vez a maior concentração está em São Paulo e Minas Gerais. Seguindo este mesmo perfil está o total de universitários por estado, que se concentram em maior número nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Percebe-se assim que o total de laboratórios por estado, não está diretamente ligado do PIB, total de IES ou total de universitários.

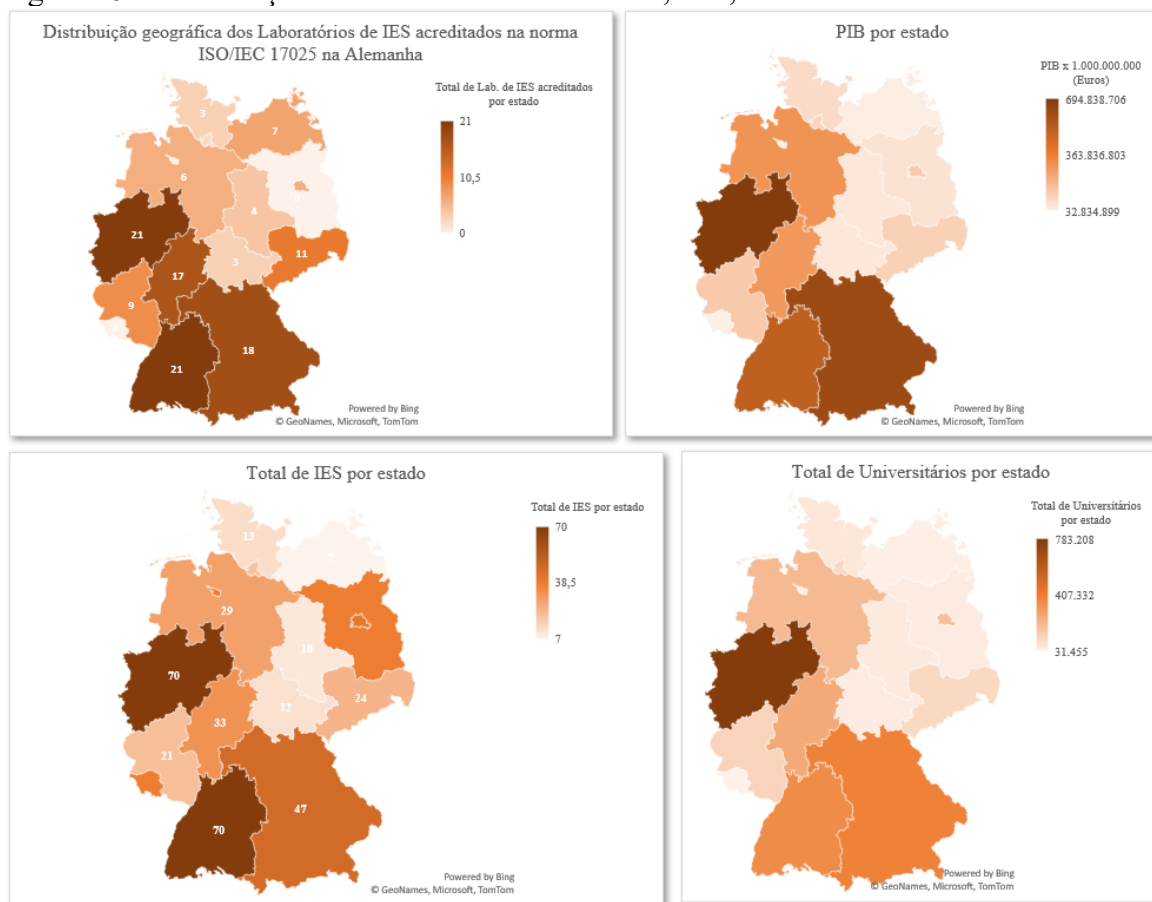
Figura 45 – Distribuição de laboratórios acreditados, PIB, IES e universitários no Brasil



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 46 ilustra a mesma análise da Figura 45, porém agora se tratando da Alemanha. De maneira geral, nota-se que a maior concentração de laboratórios acreditados está na parte sul do país, região conhecida por ser mais industrializada. Por se tratar de um país com dimensões muito menores que a do Brasil, vale comentar que os estados com estas maiores concentrações estão muito próximas uns aos outros, e ao mesmo tempo, mais bem distribuídos no país. Ao se analisar o PIB, fica claro que os estados com maior PIB também são aqueles com maior número de laboratórios acreditados e estão distribuídos entre sul e centro da Alemanha. A mesma tendência se percebe ao analisar o total de IES e o total de universitários. Percebe-se assim que o total de laboratórios acreditados por estado tem relação direta com PIB, total de IES e total de universitários por estado.

Figura 46 - Distribuição de laboratórios acreditados, PIB, IES e universitários na Alemanha

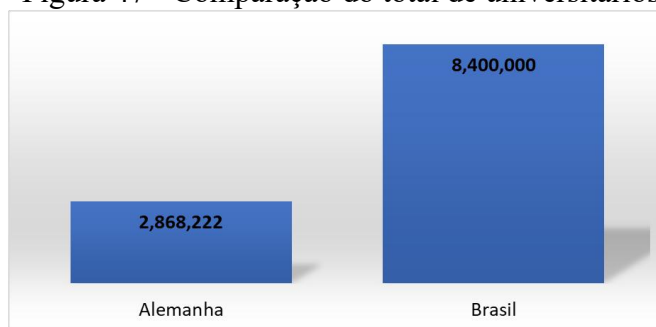


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

4.3.3 Análise econômica

Apesar das diferenças geográficas, sendo o Brasil um país com um território e uma população muito maiores que a Alemanha, alguns números mostram que o Brasil está muito aquém em alguns assuntos relacionados ao tema desta pesquisa. Considerando-se os números da Figura 47, percebe-se que o total de universitários no Brasil é praticamente 3 vezes maior que na Alemanha, ou seja, a demanda por uma estrutura dedicada ao assunto é muito maior.

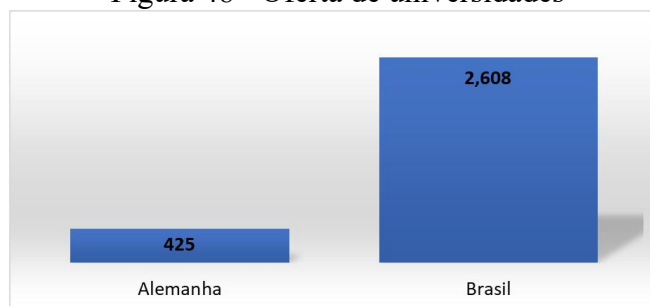
Figura 47 - Comparação do total de universitários



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

A comparação entre número de universitários também reflete na oferta de IES nos dois países (Figura 48). No Brasil existem 2.608, sendo que na Alemanha existem 425. Entende-se assim que em média as universidades alemãs concentram um número muito maior de estudantes.

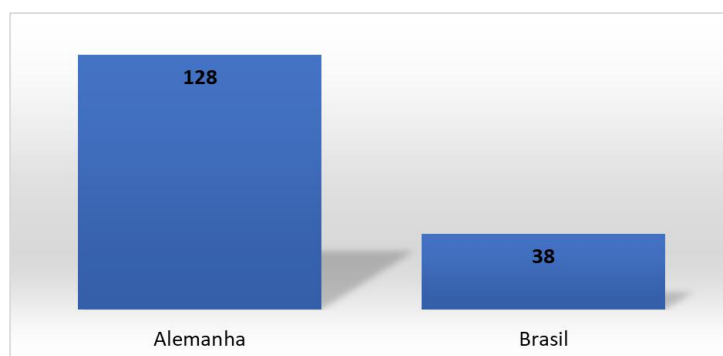
Figura 48 - Oferta de universidades



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Figura 49 mostra que o total de laboratórios de universidades acreditados na Alemanha mais de 3 vezes superior que no Brasil. Isto mostra que a Alemanha trata o assunto com uma relevância muito maior.

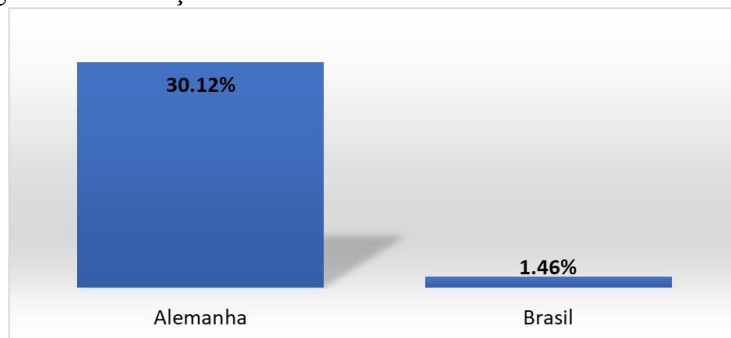
Figura 49 - Comparação entre total de Lab. de IES acreditados



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O maior número de universidades e universitários existentes no Brasil não resulta em um maior número de laboratórios acreditados, como visto na Figura 49. Ao transformar estes números em uma relação direta (Figura 50), percebe-se que na Alemanha o total de laboratórios acreditados representa 30,12% do total de universidades. Já no Brasil, esse número é de apenas 1,46%.

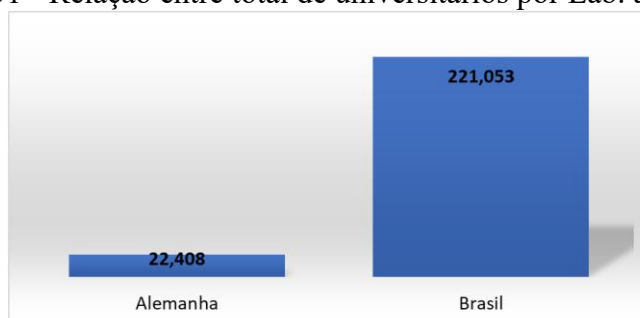
Figura 50 - Relação entre total de Lab. acreditados e total de IES



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao analisar agora o total de universitários e o total de laboratórios acreditados, nota-se que a taxa de disponibilidade (Figura 51). Este parâmetro mostra a enorme diferença entre os dois países. Na Alemanha, existem 22.408 universitários para cada laboratório acreditado. Já no Brasil, este número é muito mais desfavorável, sendo que existem 221.053 universitários para cada laboratório acreditado.

Figura 51 - Relação entre total de universitários por Lab. acreditado

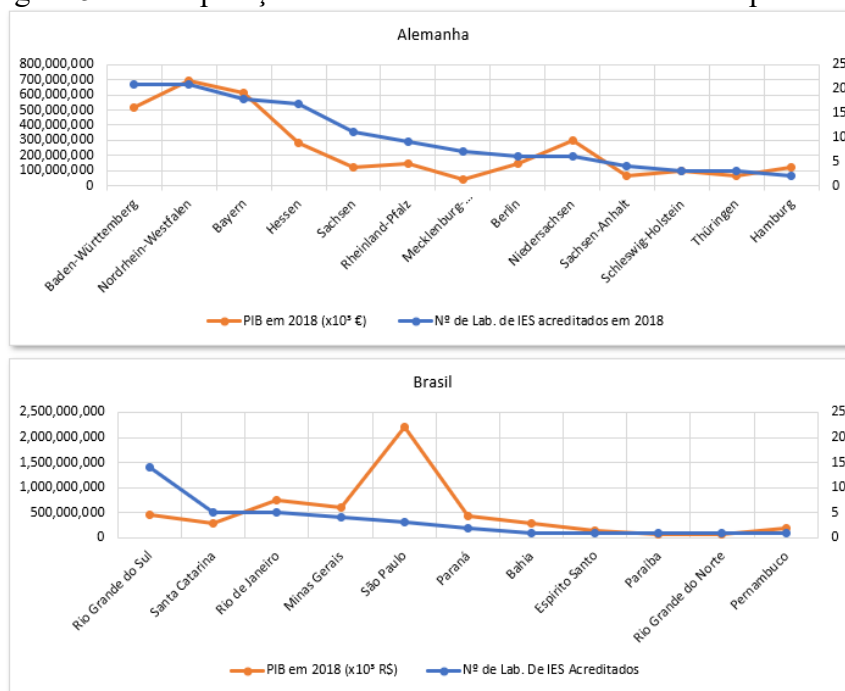


Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao longo da pesquisa e ao se analisar os dados alemães, percebeu-se uma relação direta entre o PIB dos estados e o total de laboratórios acreditados, ou seja, quanto maior o PIB, maior o número de laboratórios acreditados. Estas duas grandezas possuem uma relação de proporcionalidade muito bem definida. A exceção fica por conta dos estados de Baden-Württemberg, que possui o maior número de laboratórios acreditados e o 3º maior PIB e

Niedersachsen, que possui o 4º maior PIB e é o 7º em número de laboratórios acreditados. A Figura 52 ilustra bem esta questão, onde vê-se as linhas azuis e laranja com um declive similar. Quando se analisa este cenário no Brasil, também na Figura 52 nota-se claramente a falta de sincronia entre as linhas azul e laranja, ou seja, OLIVEIRA não existe uma relação bem definida entre PIB e total de laboratórios acreditados. Entre Rio Grande do Sul e São Paulo o PIB aumenta a cada estado e o número de laboratórios acreditados tem uma tendência contrária, diminui.

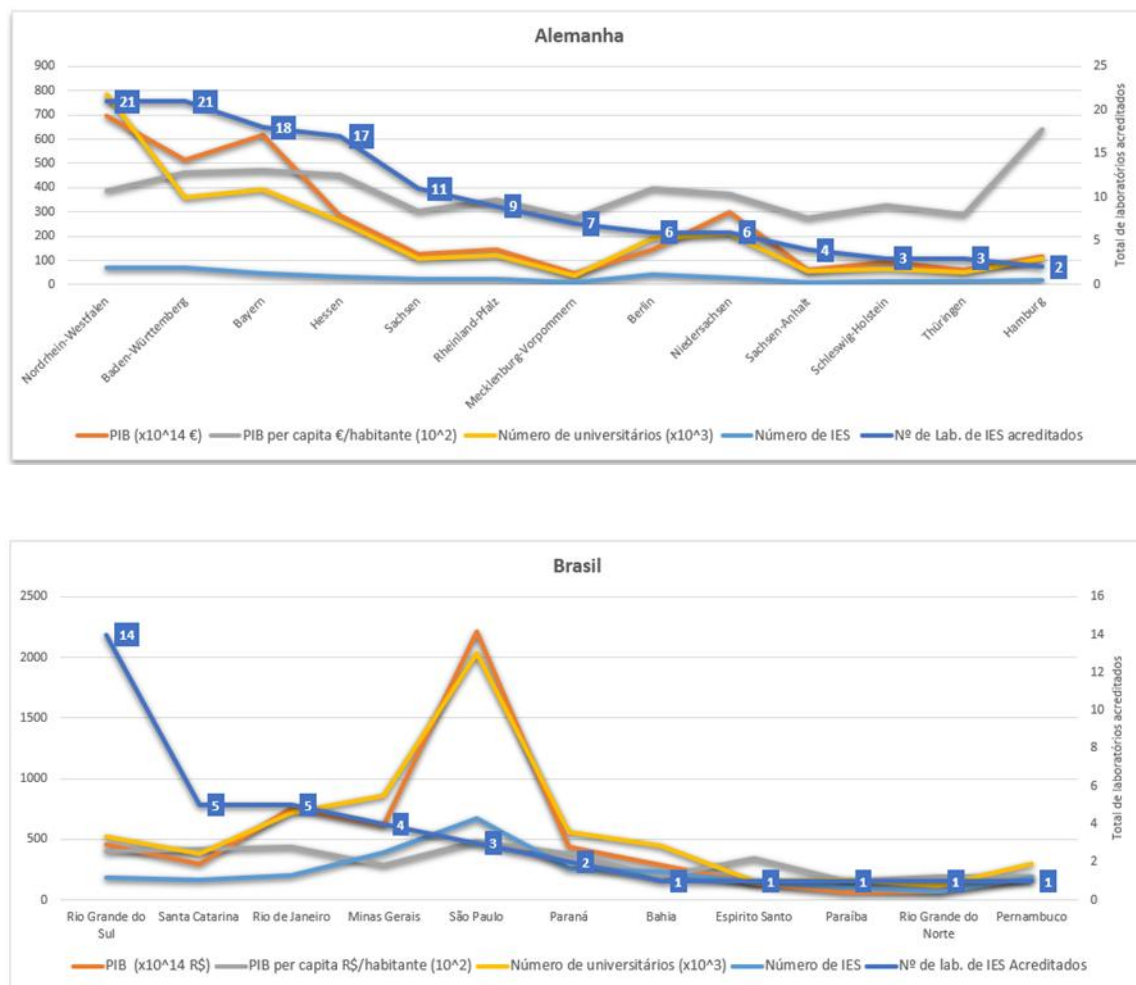
Figura 52 - Comparação entre PIB e n.º de IES acreditados por estado



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Compilando-se os principais resultados apresentados até o momento na Figura 53, é possível verificar que na Alemanha os indicadores estão melhor distribuídos, seguindo a mesma tendência. Entende-se que no geral, os estados com mais laboratórios acreditados, são aqueles com maior PIB, maior número de universitários e números de IES. Ao se analisar os estados com menor número de laboratórios acreditados, percebe-se que os demais valores também diminuem, seguindo a mesma tendência. Por outro lado, ao se fazer a mesma análise visual nos dados do Brasil, percebe-se uma discordância entre a linha que representa o número de laboratórios e as demais. Em ambos os países, percebe-se que o PIB per capita de cada estado não tem relação com o número de laboratórios acreditados.

Figura 53 - Compilação geral entre os principais indicadores



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.4 Comentários finais

Mesmo a Alemanha sendo um país com uma área e uma população muito menores que o Brasil, esta apresenta números muito mais expressivos quando se trata do tema desta pesquisa. Com um total de 425 IES, a Alemanha possui um total de 128 laboratórios de universidades acreditados de acordo com a norma ISO/IEC 17025, ou seja, 30,11% do total. O Brasil por sua vez, possui 2608 IES e apenas 38 laboratórios acreditados nesta norma, ou seja, 1,46% do total.

No Brasil, a falta de relação entre PIB e total de laboratórios de universidades acreditadas pode estar ligada ao fato de 63% destas universidades serem federais e a busca pela acreditação ser uma iniciativa da própria instituição, sem relação com o governo estadual. Este fato resulta em um desequilíbrio quando se analisa oferta existente de laboratórios e demanda gerada pelo total de universitários em cada estado. Estados com maior PIB e maior número de

universitários possuem menor oferta de laboratórios acreditados. Diferentemente do Brasil, na Alemanha existe um equilíbrio muito maior quando se analisa PIB, total de IES, total de universitários e total de laboratórios acreditados. Em sua maioria, todos os valores aumentam na medida que o PIB aumenta. Tanto na Alemanha quanto no Brasil, a área com tem a maior representatividade é medicina/biologia, pelo fato de a acreditação ser um fator obrigatório para o desenvolvimento de pesquisas e participação em projetos. Já áreas como química, energia, eletrônica, engenharias e afins, não possuem esta obrigatoriedade e buscam a acreditação com outros objetivos.

Através dos questionários, foi possível perceber que os principais objetivos esperados e alcançados entre as universidades consultadas foram a geração de receita com a prestação de serviços e o aumento de parcerias com laboratórios acreditados. Este fato é interessante pois mostra que a acreditação é um processo eficaz no auxílio da estruturação de um negócio, pois não se trata apenas da comprovação técnica, mas também a construção de todo um sistema que abrange desde o desenvolvimento e monitoramento de fornecedores, passando pela gestão dos processos internos e capacitação dos colaboradores, até a garantia satisfação e de atendimento aos requisitos dos clientes. 100% dos laboratórios recomendaram a acreditação e 95% destes entendem que obtiveram vantagens oriundas deste processo. Além disto, 68% apontam que obtiveram melhora na Qualidade dos processos de desenvolvimento de pesquisas.

Quando se observa a questão financeira do processo de acreditação, percebeu-se que 41% apontaram que tiveram um custo entre R\$ 30.000 e R\$ 60.000. Além disto, 32% sinalizaram um custo superior a R\$ 60.000. Ao se olhar estes custos com mais detalhe, notou-se que o maior impacto foi relacionado com a auditoria de acreditação. No Brasil, apenas o INMETRO é credenciado para realizar este processo, diferentemente de certificações ISO 9001 e ISO 14001 por exemplo, que podem ser realizadas por diversas consultorias. Durante a pesquisa, percebeu-se que se o custo da auditoria de acreditação fosse mais baixo, o número de laboratórios acreditados poderia ser maior. A maior parte das universidades levantou recurso com prestação de serviço para custear a acreditação. À universidade cabe os custos normais de qualquer outro departamento, como funcionários, manutenções, equipamentos etc. Não há conhecimento sobre uma iniciativa Estadual ou Federal de fomento para fornecer recursos financeiros para o processo de acreditação. Por outro lado, no Brasil, existem programas Federais ligados ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), através da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) que financiam este tipo de projeto. Além disto, existem iniciativas Estaduais,

como a da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, que tem este mesmo objetivo. A Unicamp foi uma das universidades que citou a utilização deste tipo de financiamento.

Ainda relacionado aos custos, as maiores dificuldades/barreiras citadas foram o alto investimento necessário em treinamentos, consultorias e infraestrutura, ou seja, isto mostra que em sua maioria, os laboratórios e a equipe envolvida não estão previamente preparados para o processo de acreditação até o momento em que ele tem início. Isto com certeza torna todo processo ainda mais complexo. Neste caso, pode ser mais interessante que os laboratórios iniciem o processo de preparação antes de buscar a acreditação, assim têm tempo para fazer isto aos poucos, fazendo com que os impactos sejam menos intensos. A Unesp de Botucatu por exemplo já possuía um laboratório com uma estrutura física e de equipamento quando se decidiu pela acreditação. Este foi um dos fatores fundamentais para viabilizar o processo.

Quanto se observa os recursos humanos, o número de pessoas envolvidas no processo de acreditação, percebe-se que 23% apontaram 3 pessoas envolvidas e 27% apontaram mais de 10. Esta diferença se explica pelo grau de maturidade e experiência do time com relação à SGQ, Normas, procedimentos e outros assuntos relacionados ao tema. Quanto mais preparada e experiente a equipe, menor a mão de obra necessária. Já a quantidade de pessoas envolvidas indiretamente, apontada por 59%, foi de mais de 10 pessoas. Isto mostra a complexidade do processo como um todo, pois não envolve apenas o laboratório em si, mas todas as entradas e saídas relacionadas a ele, ou seja, outros setores das universidades. Quanto aos 43% que têm mais de 10 pessoas atuando, isto mostra que não são laboratórios utilizados esporadicamente e apenas para atividades didáticas, pelo contrário, são robustos, tem gestão própria e têm uma dinâmica diária de atividades, testes, medições, prestação de serviços etc.

O alto custo de todo este processo exige um planejamento prévio, tanto com relação às etapas do processo quanto aos objetivos a serem alcançados. Como mencionado, a geração de receita foi o objetivo mais mencionado, e para isto ser colocado em prática, deve estar claro qual é a demanda real pelos serviços que o laboratório poderá oferecer. O processo de acreditação é complexo, exige comprometimento de todos os envolvidos, além de recursos humanos e financeiros. O envolvimento da alta direção neste processo é um fator determinante, pois manter o engajamento e o direcionamento do time é fundamental.

5 CONCLUSÃO

De maneira geral, os dados obtidos mostram que não existe a cultura de se implementar sistemas de gestão da qualidade nas universidades brasileiras. Uma das razões é o fato de o desempenho da maioria dos docentes ser medido em relação ao número de publicações realizadas, fazendo com que não se tenha o foco em buscar uma certificação ou acreditação para seus laboratórios. Sendo assim, não existe por parte da maioria das universidades o entendimento de que um laboratório acreditado pode ser fonte de pesquisas que gerem trabalhos de graduação, dissertações, teses e artigos científicos, além de uma melhora sistêmica em todos os processos chave da instituição. Por outro lado, na Alemanha existe uma cultura da qualidade mais disseminada em todos os seguimentos, inclusive em instituições de ensino. Além disto, a implementação de certificações e creditações é facilitada pelo forte viés prático que as universidades alemãs possuem, fomentado pelo forte vínculo com a indústria.

Com números mais expressivos, a Alemanha está em um estágio muito mais avançado que o Brasil em relação à acreditação de laboratórios de universidades. Além disto, na Alemanha, o número de laboratórios acreditados por estado está fortemente relacionado com seu PIB, número de instituições de ensino superior e universitários. No Brasil temos um cenário diferente, onde esta relação não foi evidenciada. Por outro lado, a maior concentração de laboratórios acreditados no Brasil se encontra na região Sul, região esta que possuiu forte vínculo com a cultural alemã.

Com 70% na Alemanha e 21% no Brasil, a maior área de concentração de laboratórios é medicina e biologia, pois pesquisas nestas áreas exigem o cumprimento de inúmeros requisitos regulatórios, essenciais para a conformidade legal deste ambiente altamente crítico. As demais áreas mencionadas como, química, civil, tecnologia, não necessariamente precisam seguir regulamentações ou protocolos internacionais para desenvolverem suas pesquisas, e por conta disto, a acreditação passa a não ser um requisito obrigatório, resultando em uma representatividade muito mais modesta.

O processo de acreditação gera inúmeros ganhos às universidades, como geração de receita, parcerias com outros laboratórios, destaque perante concorrentes e aumento no número de atividades de ensino e científicas, ou seja, é altamente recomendado. Por outro lado, o alto custo envolvido se mostrou como o maior obstáculo enfrentado neste processo. Para superar o

alto custo envolvido, existem instituições ligadas MCTI que oferecem financiamento que podem suportar este investimento. Esta iniciativa poderia ser mais amplamente divulgada, fomentando o possível interesse de inúmeras universidades. De qualquer maneira, uma possível redução de custos para o processo de acreditação de laboratórios de universidades também seria uma alternativa a ser estudada, uma vez que o INMETRO também é uma instituição federal.

Políticas de incentivo de âmbito nacional poderiam fomentar acreditação de laboratórios em áreas técnicas e alinhadas com temas estratégicos e globais, como energia, meio ambiente, sustentabilidade, e assim, produzir cada vez mais conteúdo científico e tecnológico, formando cada vez mais recursos humanos especializados.

REFERÊNCIAS

- ABHIJITH, D. *at al.* Laboratory accreditation and customer satisfaction. **APIK journal of international medicine**, Marol, v. 9 ,p. 25-28, 2021. Disponível em: https://journals.lww.com/joim/Fulltext/2021/09010/Laboratory_Accreditation_and_Customer_Satisfaction.7.aspx. Acesso em: 16 set. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 17025**: requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. Disponível em: https://www.exactusmetrologia.com.br/sites/default/files/3-nbr_iso_iec_17025-2017_versao_exclusiva_treinamento.pdf#. Acesso em: 25 de set. 2020.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CENTERS. Register of conformity assessment Bodies accredited by the accreditation body AAC "analytics". **AAC analítica**, Monaco, 2023. Disponível em: <https://aac-analitica.ru/en/laboratorij.html>. Acesso em: 02 set. 2023.
- BENDER, R. S.; PIZZOLATO, M.; ALBANO, F. ISO/IEC 17025: custos de acreditação em uma universidade pública brasileira. **Exacta** – EP, São Paulo, v. 15, p. 1-14, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/810/81050129001.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- BIASINI, V. Implementation of a quality management system in a public research center. **Accreditation and quality assurance**, Berlin v. 17, p. 621-626, 2012. Disponível em: DOI <https://doi.org/10.1007/s00769-012-0936-9>. Acesso em: 21 jan. 2022.
- BORDINI, M. E. B. **Implantação de um sistema de gestão da qualidade em laboratórios de pesquisa em saúde**: planejamento, viabilidade e impacto do processo de implantação sobre indicadores selecionados: Orientação: Marcelo Nascimento Burattini. 2009 Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unifesp.br/server/api/core/bitstreams/6f0807ce-68ab-4dcd-88d1-ab329e30001d/content>. Acesso em: 20 set. 2021.
- BRASIL. Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017. Estabelece diretrizes para o reconhecimento de diplomas de instituições estrangeiras e disciplina o processo de revalidação de diplomas de cursos de graduação no Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 dez. 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=78741-d9235-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 15 maio 2022.

CHINA NATIONAL ACCREDITATION SERVICE FOR CONFORMITY ASSESSMENT. Find an accredited body. **CNAS**, Beijing, 2023. Disponível em: <https://www.cnas.org.cn/english/>. Acesso em: 02 set. 2023.

COVA, W. C. R. M. **Credenciamento de laboratórios de ensaios de construção civil segundo a NBR ISO-IEC 17025**: avaliação das dificuldades e não conformidades envolvidas no processo. Orientador: Ruy Alberto Cremonim. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2617/000323461.pdf?sequence=1&isAllowed=>. Acesso em: 20 set. 2021.

DEHOUCK, P. The integration of quality management systems in testing laboratories: a practitioner's report. **Accreditation and quality assurance**, Berlim, vol. 24, p. 151–156, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-018-1365-1>. Acesso em: 20 set. 2021.

DEMING, W. E. **Out of the crisis**: quality, productivity and competitive position. Cambridge: MIT Press, 2000. 1986. Disponível em: <https://archive.org/details/outofcrisisquali00demi#:~:text=Originally%20published:%20Cambridge>. Acesso em: 20 set. 2021.

DE VRÉ, R. M. The scope and limitations of a QA system in research. **Accreditation and quality assurance**, Heidelberg, v. 1, n. 5, p. 3-10, 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s007690050001>. Acesso em: 20 set. 2021.

DEUTSCHE AKKREDITIERUNGSSTELLE. Database of accredited bodies. **Deutsche akkreditierungsstelle**, Berlin, [S.d.]. Disponível em: <https://www.dakks.de/en/accredited-bodies-search.html>. Acesso em: 10 nov. 2019.

EUROPEAN COOPERATION FOR ACCREDITATION (EA). European Accreditation infrastructure. **European accreaditation**, Brussels, [S.d.]. Disponível em: <https://european-accreditation.org/about-ea/relations-with-european-commission/#european-accreditation-infra-structure>. Acesso em: 01 maio 2023.

GROCHAU, I. H. **Conjunto de ações para implementação de sistema de gestão da qualidade em laboratório de ensaio e calibração de instituições de ensino superior, de acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025**. Tese (Doutorado em Engenharia, área de concentração Ciência e Tecnologia dos Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/163256>. Acesso em: 12 mar 2021.

GROCHAU, I. H. CATEN, C.S.T. FORTE, M.M.C. Current American landscape in laboratory accreditation according to ISO/IEC 17025. **Accreditation and quality assurance**, Berlim, v.22, p.57-62, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-017-1248-x>. Acesso em 10 nov. 2023.

GROCHAU, I. H. CATEN, C.S.T. FORTE, M.M.C. Motivations, benefits and challenges on ISO/IEC 17025: accreditation of higher education institution laboratories. **Accreditation and quality assurance**, Berlim, v. 23, p.183-188, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-018-1317-9> Acesso em 10 nov. de 2023.

GROCHAU, I. H.; LEAL, D. K. B.; TEN CATEN, C. S. European current landscape in laboratory accreditation. **Accreditation and quality assurance**, Berlim. v. 25, n. 4, p. 303–310, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-020-01440-w>. Acesso em: 12 mar. 2021.

GUERRA, P. L. C. **Levantamento e análise de acreditação de laboratórios de IES com base na norma ISO/IEC 17025 em universidades na Alemanha e no Brasil**. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2023, p. 13. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/005c3c20-7daa-4f96-9a28-24d5bd0f6c51/content>. Acesso em: 02 jan. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo da educação superior 2020**. Brasília: INMETRO, 202-?. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_da_educacao_superior_2020.pdf. Acesso em: 16 set. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **A CGCRE como autoridade brasileira de monitoramento da conformidade aos princípios das boas práticas de laboratório – BPL**. Brasília: INMETRO, 20-?. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/monitoramento_bpl/historico.asp Acesso em: 3 nov. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Avaliação da conformidade**. 6.ed. Brasília: INMETRO, 2007. 42p. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/infotec/publicacoes/acpq.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA
Laboratórios de ensaios e de calibração acreditados (RBLE e RBC). Brasília:

INMETRO, 2023. Disponível em:

<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/laboratoriosAcreditados.asp>. Acesso em: 02 jul. 2021.

INTERNATIONAL ACCREDITATION FORUM. About IAF. **IAF**, Canberra, 2022. Disponível em: <https://iaf.nu/en/about/>. Acesso em: 23 maio 2023.

INTERNATIONAL LABORATORY ACCREDITATION COOPERATION. About ILAC. **ILAC**, Newton, 2022. Disponível em: <https://ilac.org/about-ilac/>. Acesso em: 23 maio 2023.

JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. **Juran's quality handbook**. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1998. Disponível em: <https://gmpua.com/QM/Book/quality%20handbook.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2021.

KELLERMANN, M. **Brazil**: QI toolkit case studies. Washington: World Bank Publications; Physikalisch-Technische Bundesanstalt, 2019. p. 15-16. Disponível em: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/807921565018566039-0090022019/original/Brazil.pdf>. Acesso em: 16 set. 2023.

KISHIMOTO, E. T. **Modelo de sistema de medição para melhoria contínua em sistema de gestão para laboratório de ensaios de equipamentos médicos**. Orientador: José Carlos Teixeira de Barros Moraes. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-08072011-163022/publico/Tese_Edilson_Kishimoto.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

LEÃO, R. O. **Desenvolvimento de um modelo para implementação ISO 17025 em laboratórios de ensaio acreditados na ISO 9001:2015**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

LIMA, D. C. C.; SCHECHTEL, J. R. Atualização da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025: uma visão sobre as principais mudanças. **Faculdade Sant'ana em revista**, Ponta Grossa, v.5, n.1, p.36- 47, 2019. Disponível em: <https://iessa.edu.br/revista/index.php/fsr/article/view/638>. Acesso em: 12 mar. 2021.

MCGROWNDER, D. *et al.* How prepared are medical and non-medical laboratories in Jamaica for accreditation?. **Accreditation and quality assurance**, Brooklyn, v.15, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-010-0686-5>. 12 Acesso em: 14 mar. 2021.

MIKELIC, I.L. Accreditation in Croatia: what is the position of testing and calibration laboratories from the science and higher education system? **Accreditation and quality assurance**, Berlim, v. 23, p.243-252, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-020-01430-y> Acesso em: 10 nov. 2023.

NASCIMENTO, P. A. M. M.; VERHINE, R. E. Considerações sobre o investimento público em educação superior no Brasil. **Radar**, Rio de Janeiro, fev. 2017. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7648/1/Radar_n49_considera%C3%A7%C3%B5es.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

NATIONAL ACCREDITATION BOARD FOR TESTING & CALIBRATION LABORATORIES (NABL). Accredited laboratory Search. **NABL**, Salt Lake, [S.d.]. Disponível em: <https://nablwp.qci.org.in/laboratorysearchone>. Acesso em: 02 set.2023.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY - NIST. UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. Disponível em: www.nist.gov. Acesso em: 20 maio 2023.

OLIVEIRA, J.L.C.; MATSUDA, L.M. Vantagens e dificuldades da acreditação hospitalar: a voz dos gestores da qualidade. **Revista de Enfermagem**, Rio de Janeiro, v.20 p.63-69. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ean/a/QVvmjwpCkVZSPMDbgG9Cs9s/#>. Acesso em: 10 nov. 2023. Acesso em: 25 mar. 2022.

PAULA, T. I. **Proposta de um modelo conceitual para implementação do sistema de qualidade ISO 9001 em laboratórios de ensaio com reconhecimento em BPL**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Escola de Engenharia Química de Lorena, Universidade de São Paulo. 2012. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2012/MEQ12047.pdf#>. Acesso em: 20 de set. 2021.

PETER. T. F. *et al.* Impact of laboratory accreditation on patient care and the health system. **American journal of clinical pathology**, Oxford, v.134, n.4, p.550-555, 2010. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcp/article/134/4/550/1760329>. Acesso em: 16 set. 2023.

PIRATELLI FILHO, A. Acreditação do laboratório de metrologia dimensional da Universidade de Brasília, Região Centro-Oeste do Brasil. **Revista de produção online**, Santa Cruz do Sul,, v.11, n.1, p.96-115, 2011. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/496/764>. Acesso em: 15 maio 2021.

ROBINS, M. M.; SCARLL, S. J.; KEY, P. E. Quality assurance in research laboratories. **Accreditation an quality assurance**, Berlim, v. 11, p. 214-223,2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-006-0129-5#citeas>. Acesso em: 20 set. 2021.

SANTOS, L. O. **Acreditação de laboratórios de ensaio de acordo com os requisitos da norma ABNT NBR ISO/IEC 17025**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SANYAL, B C; MARTIN, M. Quality assurance and the role of accreditation: an Overview. **Higher education in the world**, Basingstoke, p. 3-17, 2007. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/8095/bikas.pdf>. Acesso em: 16 set. 2023.

SECRETARIA DE MODALIDADES ESPECIALIZADAS EM EDUCAÇÃO - SEMESP. Mapa do ensino superior no brasil 2019. Disponível: <https://www.semesp.org.br/pesquisas/mapa-do-ensino-superior-no-brasil-2019>. acesso em: 20 de set. 2021.

SENEVIRATNE, M. C. S. Establishment of a quality system at the nuclear analytical laboratories of the atomic energy authority, Sri Lanka. **Accreditation and quality assurance**, Berlim, v. 10, p. 613-616, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-005-0067-7>. Acesso em: 12 mar. 2021.

SILVA, F.R; GROCHAU, I.H; VEIT, H.M. System proposal for implementation of risk management in the context of ISO/IEC 17025. **Accreditation and quality assurance**, Berlim, v. 26, p.271-278,2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00769-021-01484-6>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SOUTH AFRICAN NATIONAL ACCREDITATION SYSTEM (SANAS). Conformity Assessment Bodies. **SANAS**, Pretoria, [S.d.]. Disponível em: <https://www.sanas.co.za/Pages/index.aspx>. Acesso em: 02 set. 2023.

STOPPA, G.F.Z., *et al.* Garantia da qualidade baseada na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 no Instituto Biológico: centro avançado de pesquisa tecnológica do agronegócio avícola – CAPTAA. **Biológico**, Descalvado, v.77, p.69-72, 2015. Disponível em: http://www.biológico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v77_1/stoppa.pdf. Acesso em: 12 mar. 2021.

THE TIMES HIGHER EDUCATION. Best universities in Germany 2023 - 2022. **Times higher education**, London, 2023. Disponível em: <https://www.timeshighereducation.com/student/best-universities/best-universities-germany>. Acesso em: 16 set. 2023.

VALLE, B.; BICHO, G.G. ISO/IEC 17025: a nova norma para laboratórios de ensaio e calibração. **Anvisa**, Brasília, [S.d.]. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/divulga/artigos/metrologia.htm>. Acesso em: 22 mar. 2023.

YAO, K., *et al.* Improving quality management systems of laboratories in developing countries: An innovative training approach to accelerate laboratory accreditation. **American journal of clinical pathology**, Oxford, v.134, n.3, p. 401–409, 2010, Disponível em: <https://doi.org/10.1309/AJCPNBBL53FWUIQJ>. Acesso em: 12 mar. 2021.

APENDICE A – Banco de dados de Laboratórios de universidades no Brasil

Universidade	Abreviação	Laboratório	Cidade	Estado	Área de atuação
Universidade Federal da Bahia	UFBA	Laboratório de Biomaterials	Salvador	Bahia	Alimentício
Universidade Federal do Espírito Santo	UFES	Laboratório de Bebidas de Origem Vegetal do Espírito Santo	Vitória	Espírito Santo	Alimentício
Universidade Federal de Itajubá	UNIFEI	Laboratório de Etiquetagem de Bombas	Itajubá	Minas Gerais	Energia
Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	Laboratório de Análise da Qualidade do Leite da Escola de Veterinária	Belo Horizonte	Minas Gerais	Alimentício
Universidade Federal de Lavras	UFPA	Centro de Investigação de Vírus de Minas Gerais	Lavras	Minas Gerais	Medicina e biologia
Universidade Federal de Itajubá	UNIFEI	Laboratório de Alta Tensão Manuel Luís Barreira Martinez	Itajubá	Minas Gerais	Eletroeletrônica
Universidade Federal de Campina Grande	UFCG	Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste	Campina Grande	Paraíba	Medicina e biologia
Universidade Federal do Paraná	UFPR	Laboratório de Análises de Combustíveis Automotivos	Curitiba	Paraná	Combustíveis
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	Universidade Estadual do Oeste do Pará	Toledo	Paraná	Outros
Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro	UERJ	Laboratório de Proteção Radiológica	Recife	Pernambuco	Medicina e biologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFFRJ	Laboratório de Histocompatibilidade e Criopreservação	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Medicina e biologia
Universidade Federal Fluminense	UFF	Laboratório de Combustíveis e derivados de petróleo	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Combustíveis
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ	Laboratório de Luminotécnica da UFF	Niterói	Rio de Janeiro	Energia
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRRJ	Laboratório de Aplicações Tecnológicas para o Setor Produtivo e Industrial	Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Tecnologia
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRRN	Laboratório Oficial de Diagnóstico Fitossanitário	Seropédica	Rio de Janeiro	Medicina e biologia
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	PUC	Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes	Natal	Rio Grande do Norte	Combustíveis
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	Laboratório de Combustíveis e Lubrificantes	Porto Alegre	Rio Grande do Sul	Eletroeletrônica
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	Laboratório de Análises Microtécnicas	Santa Maria	Rio Grande do Sul	Medicina e biologia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	Núcleo de Análises e Pesquisas Digitais	Santa Maria	Rio Grande do Sul	Química
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	Laboratório de Metalurgia Física	Porto Alegre	Rio Grande do Sul	Metalurgia
Fundação Universidade do Rio Grande do Sul	FUCS	Laboratório de Metalurgia Física	Porto Alegre	Rio Grande do Sul	Metalurgia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	Coordenação de Serviços – Fundação Universidade de Caxias do Sul	Caxias do Sul	Rio Grande do Sul	Outros
Fundação Universidade do Rio Grande do Sul	UFRGS	Laboratório de Combustíveis do CECOM-QU/FRGS	Porto Alegre	Rio Grande do Sul	Combustíveis
Fundação Universidade de Passo Fundo	UPF	Centro de Pesquisa em Alimentação	Passo Fundo	Rio Grande do Sul	Alimentício
Universidade do Vale do Rio dos Sinos	UNISINOS	Instituto Tecnológico em Ensaios e Segurança Funcional	São Leopoldo	Rio Grande do Sul	Química
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais	Porto Alegre	Rio Grande do Sul	Química
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	Instituto de Redes Inteligentes	Santa Maria	Rio Grande do Sul	Tecnologia
Universidade do Valor do Rio dos Sinos	UNISINOS	Instituto Tecnológico em Alimentos para a Saúde	São Leopoldo	Rio Grande do Sul	Alimentício
Universidade do Valor do Rio dos Sinos	UNISINOS	Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil	São Leopoldo	Rio Grande do Sul	Construção Civil
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	Centro de Pesquisa e Análise de Resíduos e Contaminantes	Santa Maria	Rio Grande do Sul	Química
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	Laboratório De Eletromagnetismo e Compatibilidade Eletromagnética	Florianópolis	Santa Catarina	Eletromagnetismo
Fundação Universidade Regional de Blumenau	FURB	Instituto de Serviços, Pesquisa e Inovação	Blumenau	Santa Catarina	Química
Fundação Universidade do Contestado	FUC	Laboratório Estadual da Qualidade do Leite	Concórdia	Santa Catarina	Alimentício
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	Laboratório de Engenharia Biomecânica	Florianópolis	Santa Catarina	Medicina e biologia
Fundação Universidade do Vale do Itajaí	UNIVALI	Central de Laboratórios de Ensaios Analíticos - Clean	Itajaí	Santa Catarina	Química
Universidade de São Paulo	USP	Instituto de Energia e Ambiente - Laboratório de Ensaio	São Paulo	São Paulo	Energia
Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho	UNESP	Faculdade de Medicina Botucatu - Laboratório Unipex	Botucatu	São Paulo	Medicina e biologia
Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	Centro PluriDisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas	Paulina	São Paulo	Química

APÊNDICE B – Banco de dados de Laboratórios de universidades na Alemanha

Universidade	Laboratório	Cidade	Estado	Área de atuação
Centro Médico universitário de Hamburgo-Eppendorf	Instituto de Medicina Legal, Centro de Diagnóstico	Hamburgo	Hamburgo	Medicina e biologia
Centro universitário médico de Rostock	Instituto de Microbiologia Médica, Virologia e Higiene	Rostock	Meclemburgo-Vorpommern	Medicina e biologia
Centro universitário médico de Rostock	Instituto de Medicina Legal	Rostock	Meclemburgo-Vorpommern	Medicina e biologia
Centro universitário médico de Rostock	Instituto de Medicina Legal	Rostock	Meclemburgo-Vorpommern	Medicina e biologia
Hospital da Universidade de Munique	Instituto de Medicina Laboratorial	Munique	Baviera	Medicina e biologia
Hospital Universitário – Schleswig-Holstein	Instalação central para consórcio de exames médicos e higiene	Schleswig-Holstein	Schleswig-Holstein	Medicina e biologia
Hospital Universitário – Schleswig-Holstein	Instituto de Medicina Legal	Schleswig-Holstein	Schleswig-Holstein	Medicina e biologia
Hospital Universitário Carl Gustav Carus de Dresden	Instituto de Química Clínica e Medicina Laboratorial	Dresden	Saxônia	Medicina e biologia
Hospital Universitário Carl Gustav Carus de Dresden	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene	Dresden	Saxônia	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Augsburg	Laboratório de Higiene	Augsburgo	Baviera	Química
Hospital Universitário de Bonn	Instituto de Higiene e Saúde Pública	Bonn	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Bonn	Instituto de Higiene e Saúde Pública	Bonn	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Bonn	Instituto de Higiene e Saúde Pública	Bonn	Nordrhein-Westfalen	Química
Hospital Universitário de Colônia	Unidade de serviço central para medicina transfusional / centro de doação de sangue	Köln	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Colônia	Unidade de serviço central para medicina transfusional / centro de doação de sangue	Köln	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Colônia	Instituto de Microbiologia Médica, Imunologia e Higiene	Köln	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Colônia	Instituto de Medicina Legal	Köln	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Colônia	Unidade de serviço central para medicina transfusional / centro de doação de sangue	Köln	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Dusseldorf	Instituto de Medicina Legal	Dusseldorf	Nordrhein-Westfalen	Tecnologia forense
Hospital Universitário de Dusseldorf	Centro de Microbiologia Médica, Higiene Hospitalar e Virologia	Dusseldorf	Nordrhein-Westfalen	Tecnologia forense
Hospital Universitário de Frankfurt	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene Hospitalar	Frankfurt	Hessen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Frankfurt	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene Hospitalar	Frankfurt	Hessen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Frankfurt	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene Hospitalar	Frankfurt	Hessen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Heidelberg	Instituto de Medicina Legal e Medicina do Trânsito	Heidelberg	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Heidelberg	Instituto de Medicina Legal e Medicina do Trânsito	Heidelberg	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Heidelberg	Centro de Doenças Infecciosas	Heidelberg	Baden-Württemberg	Química
Hospital Universitário de Jena	Laboratórios médicos universitários e medicina de transusão	Jena	Thuringen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Jena	Instituto de Medicina Legal	Jena	Thuringen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Leipzig	Instituto de Medicina Laboratorial, Química Clínica e Diagnóstico Molecular	Leipzig	Saxônia	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Leipzig	Instituto de Medicina Laboratorial, Química Clínica e Diagnóstico Molecular	Leipzig	Saxônia	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Leipzig	Instituto de Higiene, Higiene Hospitalar e Medicina Ambiental	Leipzig	Saxônia	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Magdeburg	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene Hospitalar	Magdeburg	Saxônia-Anhalt	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Magdeburg	Instituto de Química Clínica e Patobiologia	Magdeburg	Saxônia-Anhalt	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Regensburg	Instituto de Microbiologia Clínica e Higiene	Regensburg	Baviera	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Tübingen	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene	Tübingen	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Ulm	Instituto de Medicina Legal	Ulm	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Ulm	Instituto de Medicina Legal	Ulm	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Ulm	Clínica de Medicina Interna III	Ulm	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Erlangen	Instituto Microbiológico	Erlangen-Nuremberg	Baviera	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Essen	Instituto de Medicina Legal	Essen	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Essen	Instituto de Medicina Legal	Essen	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Essen	Instituto de Microbiologia Médica	Essen	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Essen	Instituto de Medicina Legal	Essen	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Gießen e Marburg	Instituto de Medicina Legal	Gießen e Marburg	Hessen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Gießen e Marburg	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene Hospitalar	Gießen e Marburg	Hessen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Gießen e Marburg	Instituto de Higiene e Medicina Ambiental	Gießen e Marburg	Hessen	Ensaio físico-químico
Hospital Universitário de Halle	Instituto de Medicina Legal	Halle	Saxônia-Anhalt	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Halle	Instituto de Medicina Legal	Halle	Saxônia-Anhalt	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Mannheim	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene	Mannheim	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Münster	Instituto de Medicina Legal	Münster	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Münster	Instituto de Medicina Legal	Münster	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário de Münster	Instituto de Higiene	Münster	Nordrhein-Westfalen	Medicina e biologia
Hospital Universitário Saarland	Instituto de Microbiologia Médica e Higiene	Stuttgart	Pfalz	Medicina e biologia
Instituto de Ciência de Materiais	Instituto Estadual de Teste de Materiais de Darmstadt	Darmstadt	Hessen	Tecnologia
Instituto de Ciência de Materiais	Instituto Estadual de Teste de Materiais de Darmstadt	Darmstadt	Hessen	Tecnologia
Instituto de Ciência de Materiais	Instituto Estadual de Teste de Materiais de Darmstadt	Darmstadt	Hessen	Tecnologia
Unidade de Análise ambiental de Leopoldshöhe	Unidade de Análise ambiental de Leopoldshöhe	Leopoldshöhe	Nordrhein-Westfalen	Química
Universidade de Duisburg	Testes em dispositivos de alta tensão e cabos de alta tensão	Duisburg	Nordrhein-Westfalen	Química
Universidade de Erlangen-Nuremberg	Instituto de Medicina Legal da Universidade Friedrich-Alexander Erlangen-Nuremberg	Erlangen-Nuremberg	Baviera	Medicina e biologia

APÊNDICE B – Banco de dados de Laboratórios de universidades na Alemanha

Universidade	Laboratório	Cidade	Estado	Área de atuação
Universidade de Göttingen/Göttinga	Instituto Veterinário	Göttingen	Niedersachsen	Medicina e biologia
Universidade de Göttingen/Göttinga	Departamento de Ciência Pecuária	Göttingen	Niedersachsen	Medicina e biologia
Universidade de Hannover	Instituto de Testes de Materiais para Tecnologia de Construção e Produção	Hannover	Niedersachsen	Ensaios de materiais
Universidade de Kassel	Instituto oficial de Testes de Materiais para a Indústria da Construção	Kassel	Niedersachsen	Química
Universidade de Kassel	Centro de Análise de Camada Superficial e Tecnologia ZERTECH	Kassel	Hessen	Construção Civil
Universidade de Leipzig	Instituto de Medicina Legal	Leipzig	Sachsen	Medicina e biologia
Universidade de Leipzig	Instituto de biologia molecular e química forense	Leipzig	Sachsen	Medicina e biologia
Universidade de Leipzig, Faculdade de Medicina Veterinária	Instituto de Higiene Alimentar	Leipzig	Sachsen	Química
Universidade de Medicina de Berlim	Instituto de Medicina Legal, Departamento de Toxicologia Forense	Berlim	Berlin	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Berlim	Instituto de Medicina Legal, Departamento de Genética Forense	Berlim	Berlin	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Berlim	Instituto de Imunologia Médica / BCRT	Berlim	Berlin	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Berlim	Instituto de Imunologia Médica / BCRT	Berlim	Berlin	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Göttingen	Laboratório Interdisciplinar UMZ (Centro de Suprimentos Médicos para Medicina de Laboratório (MVZ)	Göttingen	Niedersachsen	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Göttingen	Laboratório de Medicina Legal para análise Forense-toxicológica e Laboratório Clínico-toxicológico	Göttingen	Niedersachsen	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Göttingen	Instituto de Higiene Hospitalar e Doenças Infecciosas	Göttingen	Niedersachsen	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Greifswald	Instituto de Medicina Legal	Greifswald	Mecklenburg-Vorpommern	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Greifswald	Instituto de Medicina Legal	Greifswald	Mecklenburg-Vorpommern	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Greifswald	Instituto de Higiene e Medicina Ambiental	Greifswald	Mecklenburg-Vorpommern	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Johannes Gutenberg - Mainz	Instituto de Medicina Legal	Mainz	Rheinland-Pfalz	Medicina e biologia
Universidade de Medicina de Johannes Gutenberg - Mainz	Departamento de Higiene e Prevenção de Infecções	Mainz	Rheinland-Pfalz	Medicina e biologia
Universidade de Munique-Ludwig-Maximilians	Instituto Max von Pettenkofer	Munique	Bayern	Química
Universidade de Munique-Ludwig-Maximilians	Instituto de Medicina Legal	Munique	Bayern	Medicina e biologia
Universidade de Munique-Ludwig-Maximilians	Instituto de Medicina Legal	Munique	Bayern	Medicina e biologia
Universidade de Ruhr-Bochum	Departamento de Higiene, Medicina Social e Ambiental	Bochum	Nordrhein-Westfalen	Química
Universidade de Stuttgart	Instituto de Energia de Construção, Termotecnologia e Armazenamento de Energia	Stuttgart	Baden-Württemberg	Energia
Universidade de Stuttgart	Instituto de Tecnologia Plásticos	Stuttgart	Baden-Württemberg	Construção Civil
Universidade de Stuttgart	Instituto de Paternística Construção	Stuttgart	Baden-Württemberg	Construção Civil
Universidade de Stuttgart	Instituto de Teste de Materiais Universidade de Stuttgart	Stuttgart	Baden-Württemberg	Construção Civil
Universidade de Trier	FB VI - Biogeografia - Banco de Espécimes Ambientais	Trier	Rheinland-Pfalz	Medicina e biologia
Universidade de Tübingen	Instituto de Medicina e Ciências Naturais de Tübingen	Tübingen	Baden-Württemberg	Química
Universidade de Tübingen	Instituto de Tecnologia para Diabetes, Empresa de Pesquisas e Desenvolvimento Ltda.	Tübingen	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Universidade de Weimar	Instituto de pesquisa e teste de materiais na Universidade Bauhaus Weimar	Weimar	Thüringen	Química
Universidade de Weimar	Instituto de Medicina Legal	Weimar	Thüringen	Medicina e biologia
Universidade de Sarre	Instituto de Medicina Legal	Sarre	Rheinland-Pfalz	Medicina e biologia
Universidade de Sarre	Instituto de Virologia - Laboratório de Água	Sarre	Rheinland-Pfalz	Medicina e biologia
Universidade de Sarre	Instituto de Higiene e Microbiologia	Sarre	Rheinland-Pfalz	Medicina e biologia
Universidade Julius Maximilians de Würzburg	Instituto de Medicina Legal	Würzburg	Bayern	Medicina e biologia
Universidade Julius Maximilians de Würzburg	Instituto de Medicina Legal	Würzburg	Bayern	Medicina e biologia
Universidade Justus-Liebig de Giessen	Instituto de Medicina Legal	Würzburg	Bayern	Medicina e biologia
Universidade Justus-Liebig de Giessen	Clinica para Passaros, Repteis, Antíbios e Peles	Würzburg	Bayern	Medicina e biologia
Universidade Livre de Berlim	Instituto de Ciência Alimentar, Veterinária	Würzburg	Hessen	Alimentício
Universidade Livre de Berlim	Instituto de Segurança Alimentar e Higiene	Würzburg	Hessen	Medicina e biologia
Universidade Técnica de Darmstadt	Instituto Estadual de Teste de Materiais de Darmstadt	Darmstadt	Berlin	Construção Civil
Universidade Técnica de Darmstadt	FG Tecnologia de Alta Tensão	Darmstadt	Hessen	Energia
Universidade Técnica de Darmstadt	Instituto de Construção de Aço e Mecânica de Materiais	Darmstadt	Hessen	Tecnologia
Universidade Técnica de Dresden	Faculdade de Medicina Carl Gustav Carus, Instituto de Medicina Legal	Darmstadt	Hessen	Medicina e biologia
Universidade Técnica de Dresden	Faculdade de Medicina Carl Gustav Carus, Instituto de Medicina Legal	Darmstadt	Hessen	Medicina e biologia
Universidade Técnica de Dresden	Faculdade de Engenharia Civil, Laboratório Friedrich Siemens	Darmstadt	Hessen	Construção Civil
Universidade Técnica de Kaiserslautern	Escritório de testes de materiais	Kaiserslautern	Rheinland-Pfalz	Construção Civil
Universidade Técnica de Kaiserslautern	Escritório de testes de materiais	Kaiserslautern	Rheinland-Pfalz	Construção Civil
Universidade Técnica de Munique	Centro de Pesquisa de Weihenstephan para Cerveja e Qualidade de Alimentos	Munique	Bayern	Alimentício
Universidade Técnica de Munique	Escritório de Teste de Materiais para a Indústria de Construção	Munique	Bayern	Metallurgia
Universidade Técnica de Munique	Teste de Incêndio e Área de Certificação	Munique	Bayern	Construção Civil
Universidade Técnica de Munique	Imunologia e Higiene da Universidade Técnica de Munique	Munique	Bayern	Medicina e biologia
Universidade Técnica de Munique	Instituto de pesquisa de Madeira de Munique	Munique	Bayern	Construção Civil
Universidade Técnica de Munique	Escritório de Testes para construção de vias de tráfego	Munique	Bayern	Metallurgia
Clinica Universitária de Freiburg	Faculdade de Arquitetura	Munique	Bayern	Construção Civil
Clinica Universitária de Freiburg	Hospital Universitário de Freiburg	Freiburg	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Clinica Universitária de Freiburg	Instituto de Medicina Legal	Freiburg	Baden-Württemberg	Medicina e biologia
Clinica Universitária de Freiburg	Instituto de Prevenção de Infecções e Higiene Hospitalar	Freiburg	Baden-Württemberg	Medicina e biologia

APENDICE C – Questionário submetido às universidades no Brasil

unesp



Seção 1 de 2

Acreditação Laboratorial de IES - ABNT NBR ISO/IEC 17025

Levantamento sobre o cenário da acreditação de Laboratórios de Instituições de Ensino Superior no Brasil, de acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025.

Observação: Todas as perguntas são obrigatórias.

E-mail *

E-mail válido

Este formulário está coletando e-mails. [Alterar configurações](#)

1) O laboratório pertence a qual universidade/instituto? *

Texto de resposta curta

2) Qual a área de atuação do laboratório? *

- ☐ Medicina / Biologia
- ☐ Química / Análise instrumental
- ☐ Óleo e gás / Combustíveis
- ☐ Eletrônica / Tecnologia
- ☐ Metalurgia / Materiais
- ☐ Energia
- ☐ Alimentos
- ☐ Outros...

3) No que diz respeito à acreditação com base na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, o laboratório se encontra em qual situação? *

- ☐ Atualmente acreditado
- ☐ Em processo de acreditação
- ☐ Já foi acreditado, porém no momento não está
- ☐ Outros

Se respondeu "Outros", favor descrever a situação abaixo:

Texto de resposta curta

4) Qual a maior dificuldade/barreira identificada no processo de acreditação do laboratório? *
Preencha com valores, onde 1 corresponde baixo grau de dificuldade e 5 alto grau de dificuldade para cada item descrito abaixo.

	1	2	3	4	5
Alto investime...	☐	☐	☐	☐	☐
Alto investime...	☐	☐	☐	☐	☐
Pouco conheci...	☐	☐	☐	☐	☐
Dificuldades na...	☐	☐	☐	☐	☐
Rotatividade d...	☐	☐	☐	☐	☐
Baixo grau de e...	☐	☐	☐	☐	☐

5-a) Quantas pessoas foram envolvidas diretamente no processo de acreditação? *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10 ou mais

5-b) E quantas pessoas foram envolvidas indiretamente no processo de acreditação? *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10 ou mais

6) Quantas pessoas trabalham efetivamente no laboratório acreditado? *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10 ou mais

7) Foi observada alguma vantagem ou benefício oriundo da acreditação? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Ainda em processo de acreditação

8) Houve um aumento no nível da qualidade dos processo de desenvolvimento de pesquisas do laboratório após a acreditação? *

- ☐ Não houve aumento significativo
- ☐ Melhorou um pouco
- ☐ Melhorou consideravelmente
- ☐ Melhorou muito

9) Vocês pretendem renovar a acreditação do laboratório? *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sabemos

Se respondeu "Não", poderia citar o motivo?

Texto de resposta longa

10) Qual o custo envolvido no processo de acreditação? *

- ☐ Até de R\$ 10.000,00
- ☐ Entre R\$ 10.000,01 e R\$ 30.000,00
- ☐ Entre R\$ 30.000,01 e R\$ 60.000,00
- ☐ Entre R\$ 60.000,01 e R\$ 100.000,00
- ☐ Acima de R\$ 100.000,00.

11) Qual o impacto de cada área nos gastos totais do processo de acreditação? *

1 - Impacto mí... 2 - Impacto bai... 3 - Impacto mo... 4 - Impacto alto 5 - Impacto ext...

Consultoria	☐	☐	☐	☐	☐
Treinamento	☐	☐	☐	☐	☐
Infraestrutura	☐	☐	☐	☐	☐
Contratação de...	☐	☐	☐	☐	☐
Auditoria de ac...	☐	☐	☐	☐	☐

No caso de impacto em outra área, especifique abaixo:

Texto de resposta curta

12) Quais os principais objetivos a serem alcançados com a acreditação do laboratório? *
Assinale quantas opções julgar necessário.

- ☐ Possibilidades de estabelecer novas parcerias com outros laboratórios
- ☐ Desenvolvimento de pesquisas com maior potencial de aceite em eventos científicos
- ☐ Aumento no número de pesquisas realizadas
- ☐ Aumento no faturamento com prestação de serviços
- ☐ Plano estratégico estabelecido pela direção
- ☐ Destaque perante os concorrentes
- ☐ Aumento de intercâmbio de informações e profissionais/pesquisadores com outros laboratórios
- ☐ Aumento de parcerias com laboratórios e instituições
- ☐ Aumento na publicação de artigos e materiais científicos em revistas e congressos
- ☐ Aumento no número de atividades laboratoriais (aulas, pesquisas, testes, etc)
- ☐ Outros...

13) Dos objetivos citados acima, quais foram alcançados após o processo de acreditação? *
Assinale quantas opções julgar necessário.

- ☐ Possibilidades de estabelecer novas parcerias com outros laboratórios
- ☐ Desenvolvimento de pesquisas com maior potencial de aceite em eventos científicos
- ☐ Aumento no número de pesquisas realizadas
- ☐ Aumento no faturamento com prestação de serviços
- ☐ Plano estratégico estabelecido pela direção
- ☐ Destaque perante os concorrentes
- ☐ Aumento de intercâmbio de informações e profissionais/pesquisadores com outros laboratórios
- ☐ Aumento de parcerias com laboratórios e instituições
- ☐ Aumento na publicação de artigos e materiais científicos em revistas e congressos
- ☐ Aumento no número de atividades laboratoriais (aulas, pesquisas, testes, etc)
- ☐ Outros...

Descreva brevemente o que se alcançou através desse processo?

Texto de resposta longa

14) Você recomendaria que outras Instituições de Ensino Superior buscassem a acreditação na ABNT NBR ISO/IEC 17025? *

☐ Sim

☐ Não

Se marcou "Não", especifique.

Texto de resposta curta

15) Em um breve resumo, como descreveria a experiência do laboratório com esta norma e seu processo de acreditação? Houve algum tipo de suporte do INMETRO? Quais foram as lições aprendidas mais importantes? Quais dicas mais importantes para quem está iniciando o processo de acreditação? *

Texto de resposta longa

Seção 2 de 2

Informações para contato

Descrição (opcional)

Nome do responsável pelo preenchimento do formulário *

Texto de resposta curta

E-mail para contato *

Texto de resposta curta

Telefone para contato

Texto de resposta curta

APÊNDICE D – Questionário submetido às universidades na Alemanha

unesp



Seção 1 de 2

Universities's Laboratories Accreditation - ISO/IEC 17025

Survey on the Universities's laboratories accreditation in Germany, according to ISO/IEC 17025

*All questions are mandatory.

1) Name of the Institution. *

Texto de resposta curta

2) Field of the Laboratory. *

- ☐ Medicine / Biology
- ☐ Chemical / Instrumental Analysis
- ☐ Oil and Gas / Fuel
- ☐ Electronic / Technology
- ☐ Metallurgy / Material Engineering
- ☐ Energy
- ☐ Foods
- ☐ Outros...

3) Current laboratory situation regarding ISO/IEC 17025 accreditation process. *

- ☐ Current Accredited
- ☐ Currently in the process
- ☐ It was accredited, but it is no longer accredited
- ☐ Other option

4) What is the highest difficulty identified in the accreditation process? Fill 1 for lowest and 5 highest grade. *

	1	2	3	4	5
Higher investm...	☐	☐	☐	☐	☐
Higher investm...	☐	☐	☐	☐	☐
Little knowledg...	☐	☐	☐	☐	☐
Difficulties to s...	☐	☐	☐	☐	☐
Persistent pers...	☐	☐	☐	☐	☐
Low team com...	☐	☐	☐	☐	☐

5-a) How many people were involved directly in the accreditation process? *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10 or above

5-b) How many people were involved indirectly in the accreditation process? *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10 or above

6) How many people are effectively employed in the laboratory? *

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ 10 or above

7) Was it observed benefits from the laboratory's accreditation? *

- ☐ Yes
- ☐ No

8) Was there a quality performance increase in the laboratory's process after the accreditation? *

- ☐ Not enough improvement
- ☐ Slightly improvement
- ☐ Considerable improvement
- ☐ Extensive improvement

9) Do you intend to renew the laboratory's accreditation? *

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ Do not know

If your answer is "No", please explain the reason.

Texto de resposta longa

10) What was the cost involved in the accreditation process? *

- ☐ Under € 2.500,00
- ☐ Between € 2.501,00 and € 6.000,00
- ☐ Between € 6.001,00 and € 12.000,00
- ☐ Between € 12.001,00 and € 20.000,00
- ☐ Above € 20.000,00

11) How much did each field listed below impact the total cost of the accreditation process? *

	1 - Minimum i...	2 - Low Impact	3 - Moderate i...	4 - High Impact	5 - Extreme Im...
Professional c...	☐	☐	☐	☐	☐
Personnel train...	☐	☐	☐	☐	☐
Infrastructure	☐	☐	☐	☐	☐
Hiring of perso...	☐	☐	☐	☐	☐
Accreditation a...	☐	☐	☐	☐	☐

If another field had an impact on the costs, please specify.

Texto de resposta curta

12) Main goals to be achieved with the laboratory accreditation. Check as many options you need. *

- ☐ Possibility to establish new partnerships among other accredited laboratories
- ☐ Increase the potential of scientific research development among scientific events
- ☐ Increase in the performed scientific research numbers
- ☐ Profit increase due the higher provided services
- ☐ Management's strategic established plans
- ☐ Stand out among others institutions
- ☐ Exchange of professional research experience and information with another laboratories
- ☐ Increase of partnerships among the accredited institutions
- ☐ Congress participations and journals publications increase of articles and scientific material
- ☐ Increase in the laboratorial activities such as classes, research, testing, etc
- ☐ Outros...

13) Goals achieved after the accreditation process. Check as many options you need. *

- ☐ Possibility to establish new partnerships among other accredited laboratories
- ☐ Increase the potential of scientific research development among scientific events
- ☐ Increase in the performed scientific research numbers
- ☐ Profit increase due the higher provided services
- ☐ Management's strategic established plans
- ☐ Stand out among others institutions
- ☐ Exchange of professional research experience and information with another laboratories
- ☐ Increase of partnerships among the accredited institutions
- ☐ Congress participations and journals publications increase of articles and scientific material
- ☐ Increase in the laboratorial activities such as classes, research, test, etc
- ☐ Outros...

If you checked "Other option", briefly describe what was achieved with this process.

Texto de resposta longa

14) Would you recommend ISO/IEC 17025 accreditation process to another Institution? *

- ☐ Yes
- ☐ No

In case of "No", please specify.

Texto de resposta curta

15) In a brief summary, how would you describe the Laboratory's experience with this standard and its accreditation process? There was any support from the DAkkS? What are the most important lessons learned? Any hint to share for those who are starting this process? *

Texto de resposta longa

Seção 2 de 2

Contact Information

⌵⋮

Descrição (opcional)

Name *

Texto de resposta curta

E-mail *

Texto de resposta curta

Cellphone number*

Texto de resposta curta