

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS, METALÚRGICA  
E DE MATERIAIS**

**INÊS HEXSEL GROCHAU**

**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**

**Porto Alegre**

**2017**

**INÊS HEXSEL GROCHAU**

**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 submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia, área de concentração Ciência e Tecnologia dos Materiais.**

***Orientadora: Profa. Dra. Maria Madalena de Camargo Forte***

***Coorientadora: Profa. Dra. Carla Schwengber ten Caten***

**Porto Alegre**

**2017**

## UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Dr. Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitor: Dra. Jane Fraga Tutikian

### ESCOLA DE ENGENHARIA

Diretor: Dr. Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Vice-Diretora: Dra. Carla Schwengber ten Caten

### PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Coordenador: Dr. Carlos Pérez Bergmann

Vice-Coordenador: Dr. Afonso Reguly

**Grochau, Inês Hexsel**

**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 / Inês Hexsel Grochau. -- 2017.**

99 f.

Orientadora: Maria Madalena de Camargo Forte.

Coorientadora: Carla Schwengber ten Caten.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Porto Alegre, BR-RS, 2017

1. Sistema de qualidade. 2. ISO/IEC 17025. 3. Laboratório. 4. Universidade. I. Forte, Maria Madalena de Camargo, orient. II. ten Caten, Carla Schwengber, coorient.

**INÊS HEXSEL GROCHAU**

**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**

**Esta Tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia, área de concentração Ciência e Tecnologia dos Materiais e aprovada em sua forma final pela Orientadora e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

**Profa. Dra. Maria Madalena de Camargo Forte**  
Orientadora PPG3M/UFRGS

**Profa. Dra. Carla Schwengber ten Caten**  
Coorientadora PPGE3M/UFRGS

**Prof. Dr. Carlos Pérez Bergmann**  
Coordenador PPG3M/UFRGS

**Banca Examinadora:**

**Profa. Dra. Morgana Pizzolato – UFSM/Engenharia de Produção**

**Dra. Maria Teresa Raya Rodriguez – Consultora**

**Prof. Dr. Afonso Reguly – UFRGS/PPGE3M**

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta de muitas pessoas. Agradeço a todas elas e em particular:

Aos meus pais, que me ensinaram o valor do conhecimento e despertaram em mim o prazer do aprendizado.

Ao Heitor, meu marido e parceiro, pelo amor, pela paciência e pelo apoio durante todo o período deste trabalho e pela ajuda fundamental no final. Aos meus filhos Guilherme e Gustavo, pela compreensão e pela escuta paciente. Ao Guilherme agradeço ainda pela ajuda com a revisão de textos e traduções, com o uso de software para tratamento de dados e com a resolução dos problemas “informáticos”.

À profa. Maria Madalena de Camargo Forte pela orientação, contribuições, confiança e pela paciência.

À profa. Carla Schwengber ten Caten pela coorientação e valiosas contribuições.

Ao professores e amigos Jane, Carlos, Andréa, Alvaro, Hugo e Marco Antônio, pelo estímulo e pela parceria durante todos estes anos.

À equipe dos laboratórios, ótimos profissionais com os quais tive o privilégio de conviver nestes 15 anos de UFRGS: Micheli, Regina, Ivone, Virgínia e Martin.

À Beatriz Ferraz, ágil e solícita sempre que precisei de sua ajuda.

À profa. Morgana Pizzolato pelas valiosas contribuições durante o trabalho e na defesa. Aos demais componente da banca, pela participação e contribuições.

A todos os laboratórios e instituições partícipes deste trabalho, listados no APÊNDICE A.

À CAPES pela provisão da bolsa de doutorado; à UFRGS, ao PPGE3M, ao LACOR e ao LAPOL pelo suporte técnico e financeiro e à FINEP pelos recursos, através das Redes SIBRATEC, para participação em congresso.

Gostaria ainda de fazer uma menção especial ao prof. Adão Mautone (fundador do LACOR) e ao prof. Telmo Roberto Strohaecker (do LAMEF, *in memoriam*) pelo pioneirismo, ampla visão e entendimento de que a universidade pode e deve dar retorno à sociedade, com seriedade, competência, qualidade e comprometimento.

“Establishing a quality system in a university laboratory is an adventure”.

Karen Hullahen, Kent State University

## **TRABALHOS PUBLICADOS EM REVISTA CIENTÍFICA INTERNACIONAL E EM ANAIS DE CONGRESSOS**

Parte dos resultados desta tese foi publicada na revista científica e anais de congresso listados abaixo.

### **Trabalho publicado em revista científica:**

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, Heidelberg, Germany, v. 22, n. 2, p. 57-62, 2017.

### **Trabalhos publicados em Anais de congressos:**

GROCHAU, I. H.; CATEN, C. S. T. ; FORTE, M. M. C. Cenário Brasileiro na acreditação de laboratórios. In: 8º Congresso Brasileiro de Metrologia, 2015, Bento Gonçalves, RS. Anais do 8º Congresso Brasileiro de Metrologia, 2015 (completo).

GROCHAU, I. H.; CATEN, C. S. T. ; FORTE, M. M. C. American Scenario in Laboratory Accreditation. In: AOAC 130th Annual Meeting & Exposition, 2016, Dallas, TEXAS. Final Program of the AOAC 130th Annual Meeting & Exposition, 2016 (resumo).

## RESUMO

A acreditação de laboratórios de instituições de ensino superior (IES) contribui para a inserção do país no comércio exterior e para a melhoria de suas condições socioeconômicas. Esta tese propõe um conjunto de ações, em diversos âmbitos, para viabilizar a obtenção e a manutenção da acreditação, de acordo com a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, em laboratórios de ensaio ou calibração de IES no Brasil. A tese apresenta inicialmente uma revisão bibliográfica sobre sistemas de gestão da qualidade (SGQ) em geral e em laboratórios de IES. Com o mapeamento do cenário da acreditação de laboratórios no continente americano, realizado através de consulta em sites de organismos de acreditação signatários do ILAC, foram identificados os países com as maiores percentagens de laboratórios de IES acreditados. A partir da análise das respostas dos questionários enviados a estes laboratórios, da revisão bibliográfica e da experiência profissional da autora, foi obtida uma compilação das principais dificuldades e problemas encontrados no processo de acreditação e foram propostas ações para mitigá-las. O estudo desenvolvido nesta tese permitiu concluir que, de modo geral, a percentagem de laboratórios de IES em relação ao total, na maior parte dos países estudados, ainda é baixa. Além disso, a adoção generalizada de um conjunto predeterminado de ações não é viável, devido à diversidade de instituições e de laboratórios. Porém, o conjunto de ações proposto nesta tese serve como instrumento de consulta para que os laboratórios, as instituições e os demais agentes que atuam no processo de implantação de SGQ e acreditação, possam montar planos de ação individualizados, adequados às suas características e necessidades individuais. Adicionalmente, este trabalho pode ser usado para o aprofundamento do tema por outros pesquisadores e para estimular uma discussão sobre a acreditação de laboratórios em IES.

Palavras-chave: sistema de gestão da qualidade; ISO/IEC 17025; laboratório de ensaio e calibração; instituição de ensino e pesquisa; universidade; continente americano



## **ABSTRACT**

Laboratory accreditation in Higher Education Institutions (HEI) contributes to the country's insertion in international trade and to the improvement of its socioeconomic conditions. This thesis proposes a set of actions to aid laboratories of Brazilian HEIs in obtaining and maintaining accreditation, according to the ISO/IEC 17025 standard. This thesis begins with a literature review on quality management systems (QMS) in general and in HEI laboratories. Next, the current landscape of laboratory accreditation in the American Continent is presented, obtained by surveying the websites of accreditation bodies signatories to the International Laboratory Accreditation Cooperation Mutual Recognition Arrangement. This allowed the identification of countries with highest percentages of accredited HEI laboratories. A complementary survey was conducted through questionnaires sent to these laboratories. Based on the literature review, the survey of accredited HEI laboratories, and the author's personal experience, the main difficulties and problems that occur in the accreditation process were compiled, and actions to mitigate them were proposed. The study conducted in this thesis leads to the conclusion that, in general, the percentage of accredited laboratories that belong to HEI is still small in American countries. Furthermore, the widespread adoption of a predefined set of actions is not feasible, given the diversity of institutions and laboratories. On the other hand, the set of actions proposed in this thesis may support the development of individual plans for laboratories, institutions and other agents involved in the QMS implementation and accreditation processes, adapted to their own needs and characteristics. In addition, this work affords informations for further studies by other researchers, and stimulates a discussion on HEI laboratory accreditation.

Keywords: Quality management system; ISO/IEC 17025; test and calibration laboratory; teaching and research institution; university; American continent

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número total de organismos de acreditação no mundo por ano, de 2002 a 2016 .....	16
Figura 2 – Número total de laboratórios e organismos de inspeção acreditados no mundo por ano, de 2002 a 2016.....	16
Figura 3 – Número total de laboratórios acreditados no Brasil por ano, de 2008 a 2016 .....	17
Figura 4 – Infraestrutura de Qualidade Nacional .....	20
Figura 5 – Componentes essenciais de um sistema da qualidade .....	20
Figura 6 – Laboratórios acreditados CGCRE (a) e reconhecidos RME (b) por região do Brasil .....	33
Figura 7 – Instituições e laboratórios acreditados (CGCRE) ou reconhecidos (RME) por tipo de instituição.....	34
Figura 8 – Laboratórios de ensaio e de calibração acreditados e reconhecidos por tipo de instituição.....	35
Figura 9 – Número total de laboratórios acreditados e PIB, por país.....	39
Figura 10 – Percentagem de laboratórios acreditados por tipo de instituição (IES, IP e OI conforme Tabela 1) com base no número total de laboratórios acreditados por país .....	40
Figura 11 – Atividades dos laboratórios (a) e tipo de cliente (b) por região .....	45
Figura 12 – Tipo de métodos usados (a) e realização de ensaios/calibrações além dos acreditados (b) nos laboratórios, por região .....	46
Figura 13 – Entidade responsável pela gestão do SGQ (a) e regime de trabalho do pessoal vinculado ao SGQ (b) por região .....	48
Figura 14 – Entidade legal responsável pela cobrança dos serviços prestados (a) e uso de recursos gerados no laboratório para remuneração da equipe (b) por região .....	49
Figura 15 – Tempo de acreditação dos laboratórios por região.....	50
Figura 16 – Fator de motivação (a) e fonte de recursos (b) para acreditação por região .....	51
Figura 17 – Principais dificuldades (a) e principais facilitadores (b) encontrados durante a implantação e a manutenção do SGQ, por região .....	54
Figura 18 – Principais benefícios obtidos com a acreditação por região .....	55

Figura 19 – Existência de auxílio externo na acreditação do laboratório (a), origem (b) e área (c).....	57
Figura 20 – Exigência de rastreabilidade ou garantia de qualidade dos resultados por parte de periódicos, por região .....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categoria das instituições e laboratórios de acordo com suas atividades .....	29
Tabela 2 – Número de laboratórios e instituições reconhecidos em RME e acreditados pela CGCRE no Brasil.....	33
Tabela 3 – Participação das regiões no PIB nacional de 2012 [67].....	34
Tabela 4 – Quantidade de laboratórios acreditados por órgão acreditador nos EUA .....	36
Tabela 5 – Número de instituições e laboratórios acreditados e produto interno bruto de 2014 por região e país [68].....	37
Tabela 6 – Número de questionários enviados e recebidos por país e por região....	43
Tabela 7 – Ações propostas, problemas atendidos, agentes envolvidos e comentários.....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis  
BPL – Boas Práticas de Laboratório  
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior  
CENA – Centro de Energia Nuclear na Agricultura  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CGCRE – Coordenação geral de acreditação  
CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia do RS  
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
EUA – Estados Unidos da América  
FAPERJ – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro  
FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos  
FNDCT – Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
ICT – Instituições de Pesquisa Científica e Tecnológica  
IES – Instituições de ensino superior  
ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation  
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial  
IP – Institutos de pesquisa  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia  
MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações  
MEC – Ministério da Educação  
MRA – Acordo de Reconhecimento Mútuo  
OI – Outras instituições  
P&D – Pesquisa e desenvolvimento  
PIB – Produto interno bruto  
RME – Redes metrológicas estaduais  
RMRS – Rede Metrológica do Rio Grande do Sul  
SABESP – Companhia de Saneamento Básico de São Paulo  
SGQ – Sistemas de gestão da qualidade

SIBRATEC – Sistema Brasileiro de Tecnologia

TCC – Trabalho de conclusão de curso

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE TABELAS .....	10
LISTA DE ABREVIATURAS .....	11
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>19</b>
2.1 SISTEMAS DE QUALIDADE .....	19
2.2 SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE (SGQ) EM LABORATÓRIOS DE P&D, ENSINO E PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS.....	22
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>27</b>
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
4.1 MAPEAMENTO DO CENÁRIO DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS	28
4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DE IES ACREDITADOS.....	30
4.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS .	31
4.4 IDENTIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
5.1 MAPEAMENTO DO CENÁRIO DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS NO BRASIL E NO CONTINENTE AMERICANO .....	32
<b>5.1.1 Laboratórios reconhecidos e acreditados no Brasil .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1.1.1 Análise por região e comparação com o PIB.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1.1.2 Análise por tipo de instituição .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1.2 Laboratórios acreditados no continente americano.....</b>	<b>36</b>
<b>5.1.2.1 Análise por região e comparação com o PIB.....</b>	<b>37</b>
<b>5.1.2.2 Análise por tipo de instituição .....</b>	<b>39</b>
5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DE IES ACREDITADOS.....	43
<b>5.2.1 Características básicas dos laboratórios.....</b>	<b>44</b>
<b>5.2.2 Características relacionadas à acreditação .....</b>	<b>50</b>
5.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS .	59
<b>5.3.1 Organismos de sistematização e formalização de demandas .....</b>	<b>59</b>
<b>5.3.2 Organismos de avaliação da conformidade.....</b>	<b>61</b>
<b>5.3.3 Organismos de fornecimento de produtos e serviços .....</b>	<b>62</b>

<b>5.3.4</b>	<b>Organismos de financiamento .....</b>	<b>62</b>
<b>5.3.5</b>	<b>Organismos de apoio à divulgação do conhecimento .....</b>	<b>62</b>
<b>5.4</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS.....</b>	<b>63</b>
<b>5.4.1</b>	<b>Ações relacionadas a custos .....</b>	<b>63</b>
<b>5.4.2</b>	<b>Ações relacionadas a pessoal.....</b>	<b>68</b>
<b>5.4.3</b>	<b>Outras ações .....</b>	<b>70</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>75</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>
	<b>APÊNDICE A – Lista dos laboratórios respondentes.....</b>	<b>86</b>
	<b>APÊNDICE B – Questionário enviado aos laboratórios no Brasil .....</b>	<b>91</b>
	<b>APÊNDICE C – Questionário enviado aos laboratórios de língua espanhola ...</b>	<b>94</b>
	<b>APÊNDICE D – Questionário enviado aos laboratórios de língua inglesa.....</b>	<b>97</b>



## 1 INTRODUÇÃO

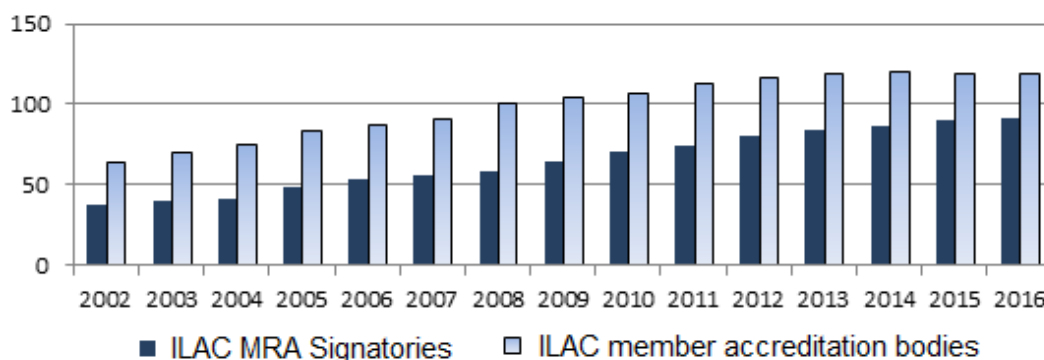
O contexto atual de livre comércio mundial, intensificado nas duas últimas décadas pelas mudanças políticas e sociais de diversos países, pela abertura de novos mercados e pela formação de blocos econômicos, é caracterizado pelo amplo intercâmbio de produtos e serviços e por intensa competição econômica, cultural e tecnológica. Adicionalmente, os países buscam adotar requisitos regulatórios nacionais, especialmente nas áreas de saúde, segurança e meio ambiente.

As estratégias adotadas para participação neste cenário devem considerar, de acordo com Souza [1], a infraestrutura de serviços qualificados disponíveis no país. Uma base laboratorial com reconhecimento internacional é um diferencial significativo no que diz respeito à qualificação de processos, produtos e recursos humanos e à remoção de barreiras técnicas comerciais [2]. A necessidade de estabelecer parâmetros comparáveis e aceitos no mundo todo favorece a formação de acordos internacionais. A International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) estabeleceu a aceitação de dados técnicos de ensaios e calibrações para bens exportados e o desenvolvimento global de uma rede de laboratórios acreditados, através de um acordo de reconhecimento mútuo celebrado em 2000, atendendo à máxima "testado uma vez, aceito em qualquer lugar" [3].

Os laboratórios de ensaio e calibração devem utilizar a norma ISO/IEC 17025, no Brasil publicada como ABNT NBR ISO/IEC 17025, para demonstrar que possuem sistema de gestão, e que são tecnicamente competentes e capazes de produzir resultados válidos [4].

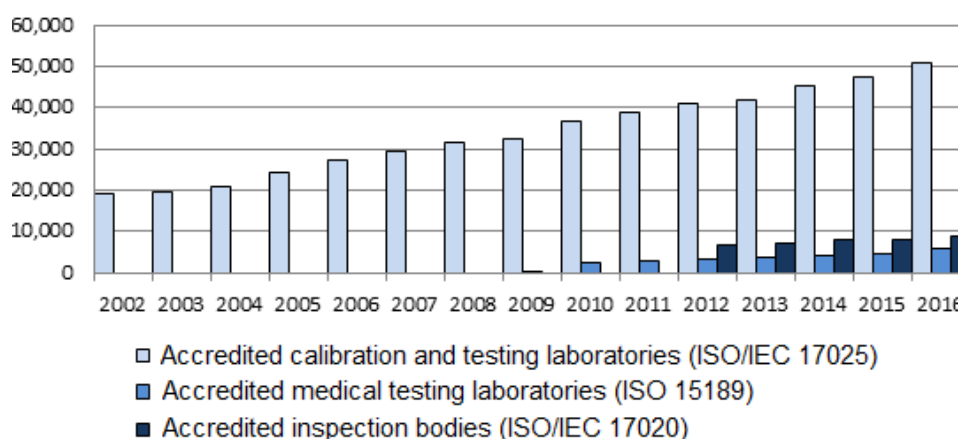
A rede internacional de membros da ILAC consiste de 151 entidades de 120 diferentes economias, incluindo signatários do Acordo de Reconhecimento Mútuo (MRA), afiliados, stakeholders e organismos regionais de cooperação. Observa-se, na Figura 1, o crescimento do número de organismos de acreditação ao longo dos anos que, desde a formação do MRA em 2000, duplicou. No final de 2016, existiam 91 organismos de acreditação signatários do ILAC, de 95 diferentes economias [5]. Da mesma forma, o número de laboratórios acreditados no mundo vem aumentando significativamente, conforme se observa na Figura 2. Existem, atualmente, mais de 57.000 laboratórios acreditados, o que representa um crescimento superior a 100% nos últimos 10 anos [5].

Figura 1 – Número total de organismos de acreditação no mundo por ano, de 2002 a 2016



Fonte: [5]

Figura 2 – Número total de laboratórios e organismos de inspeção acreditados no mundo por ano, de 2002 a 2016

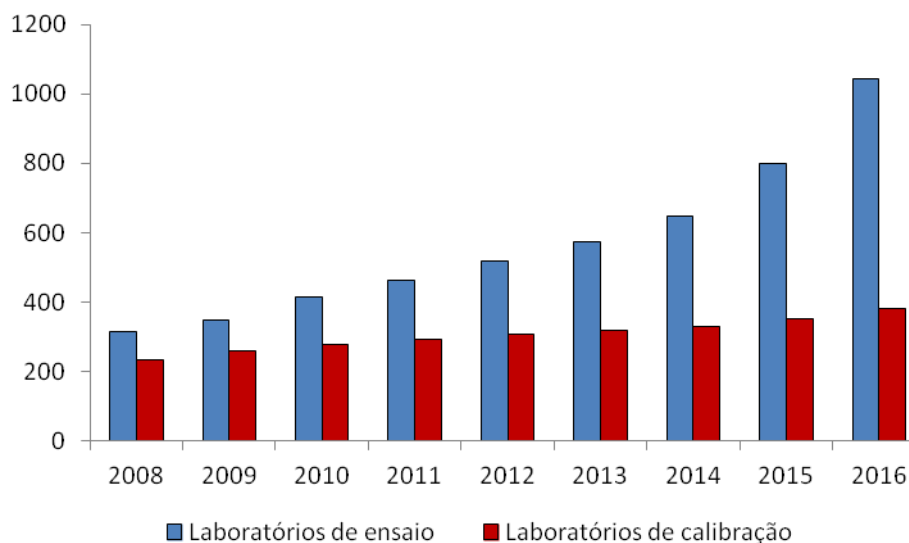


Fonte: [5]

No Brasil, a acreditação de laboratórios de ensaio e de calibração é realizada pela Coordenação Geral de Acreditação (CGCRE), unidade organizacional do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) [6]. Conforme mostrado na

Figura 3, o número de laboratórios acreditados no Brasil entre 2008 e 2016 também apresentou um aumento significativo. Neste período, o crescimento foi maior no caso dos laboratórios de ensaio (232%) do que no caso dos laboratórios de calibração (63%). O aumento médio, considerando-se os dois tipos de laboratórios, foi de 160%.

Figura 3 – Número total de laboratórios acreditados no Brasil por ano, de 2008 a 2016



Fonte: elaborada pela autora com base em [7]

Embora os laboratórios vinculados às Instituições de Ensino Superior (IES) não tenham como finalidade principal a prestação de serviços de ensaio e/ou calibração, podem se beneficiar com a introdução de conceitos e práticas vinculados a um sistema de gestão da qualidade. Porém estes laboratórios enfrentam desafios adicionais na implementação de sistemas de gestão da qualidade e na obtenção e na manutenção da acreditação em função das suas características únicas, visando à educação e à pesquisa [8,9,10]. Pesquisas e publicações relacionadas a este assunto são pontuais, apresentando, na maioria das vezes, relato de casos com ações ou abordagens no âmbito do laboratório ou no máximo, da instituição [9,10,11-14]. A acreditação de laboratórios de instituições de ensino superior (IES) contribui para a inserção do país no comércio exterior e para a melhoria de suas condições socioeconômicas. Embora esta seja uma tarefa difícil devido às características inerentes a este tipo de instituição, é perfeitamente viável. Para que os laboratórios de IES possam obter e manter a acreditação são necessárias ações que envolvem agentes em diversos âmbitos.

O tema desta Tese se refere ao processo de implementação de Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) e de acreditação de laboratórios, tendo em vista sua importância e complexidade, assim como os agentes que atuam no processo. Desta forma, este trabalho visa gerar conhecimentos que contribuam para a implementação

de SGQ e a acreditação de laboratórios. O tema em estudo, sistemas de gestão da qualidade, impacta diretamente no desenvolvimento socioeconômico de um país, também influenciado por suas IES. Os resultados obtidos serão úteis aos profissionais que atuam nessa área, em especial gestores e professores de universidades, quanto à escolha e à implementação de ações mais adequadas às características e necessidades de suas instituições. Adicionalmente, podem possibilitar o aprofundamento do tema por outros pesquisadores e estimular uma discussão, a nível nacional, sobre a acreditação de laboratórios em IES.

De acordo com Gil [15], pesquisar é uma forma racional e sistemática de encontrar respostas para problemas propostos. A pesquisa realizada para execução desta tese pode ser classificada como aplicada, pois se pretende aplicar na prática os conhecimentos gerados [16], contribuindo para a acreditação de laboratórios de IES. Quanto aos seus objetivos, pode ser classificada como descritiva [15], uma vez que identifica características de determinada população e estabelece relações entre variáveis. Quanto aos procedimentos, pode ser considerada um levantamento de dados [15], pois envolve a busca e a análise de informações de um grupo significativo de pessoas, complementada por pesquisa bibliográfica e documental. Esta pesquisa possui abordagem quali e quantitativa. Pode ser considerada qualitativa devido à ênfase na análise de conteúdo [15], utilizada para descrever a complexidade da problemática da acreditação de laboratórios de IES, levando em consideração seus componentes e suas interações [17]. Adicionalmente, apresenta características quantitativas, uma vez que são apresentados dados numéricos e utilizados testes estatísticos de correlação [15].

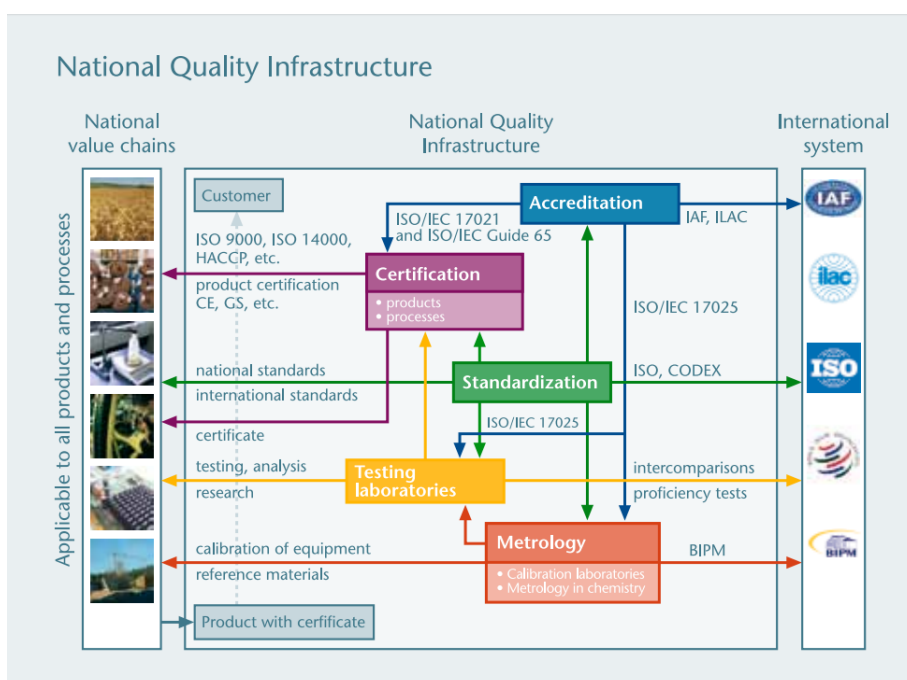
## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Esta revisão apresenta uma descrição dos principais sistemas de qualidade aplicáveis a laboratórios e sobre o uso da norma ISO/IEC 17025 em laboratórios de ensaio de instituições de ensino e pesquisa. Descreve os sistemas de qualidade em geral em laboratórios de pesquisa e desenvolvimento (P&D), ensino e prestação de serviços, bem como as normas aplicáveis a cada caso e os fatores relacionados à implantação dos SGQ e à acreditação de laboratórios.

### **2.1 SISTEMAS DE QUALIDADE**

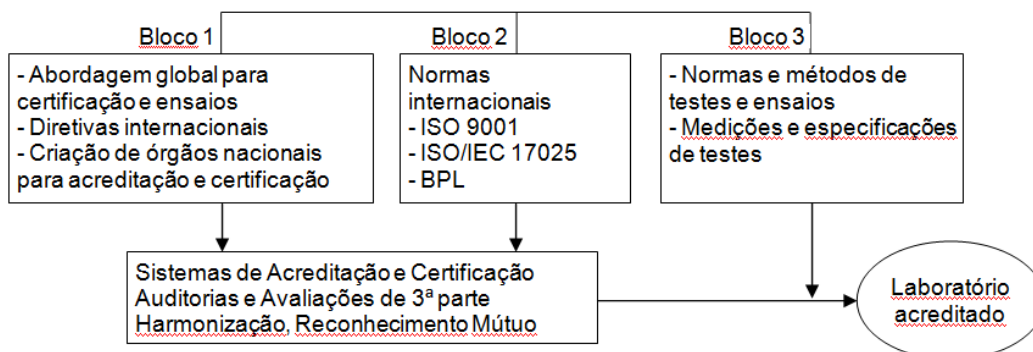
Uma infraestrutura de qualidade nacional é essencial para eliminar barreiras comerciais e ajudar a promover o desenvolvimento sustentável tornando empresas mais competitivas, monitorando o mercado e protegendo o consumidor. O sistema da qualidade é importante para fiscalizar os aspectos negativos causados ao meio ambiente, como fruto das diversas atividades realizadas no país. Não é um sistema punitivo, mas sim um apoio à competência técnica e à conformidade com os requisitos internacionais. Este é um sistema que engloba todos os aspectos da metrologia, normalização, ensaios e gestão da qualidade, incluindo certificação e acreditação, no âmbito de instituições públicas e privadas e da infraestrutura regulatória sob a qual estas operam [18]. A Figura 4 apresenta os componentes e as interfaces de um modelo de infraestrutura de qualidade nacional. Basicamente os sistemas de qualidade utilizados para serviços prestados por laboratórios estão baseados em três principais componentes, resumidos na Figura 5 [19]. Os elementos do bloco 1 são responsáveis pela estruturação dos sistemas de acreditação e certificação, as normas internacionais do bloco 2 (ISO 9001, ISO/IEC 17025, Boas Práticas de Laboratório – BPL e ISO 15189) fornecem a base para um sistema uniforme de garantia da qualidade e as normas internacionais ou metodologias desenvolvidas nos laboratórios do bloco 3 permitem a realização dos testes e ensaios. Entre as principais normas para gestão e/ou garantia da qualidade, no âmbito das instituições e laboratórios que realizam ensaios estão a ISO 9001, a ISO/IEC 17025, a ISO 15189 e as BPL. A escolha do modelo do sistema de gestão ou da garantia da qualidade, assim como da norma ou combinação de normas e procedimentos que serão seguidos ou atendidos, depende das características da instituição e dos laboratórios envolvidos e dos objetivos dos mesmos com esta implementação.

Figura 4 – Infraestrutura de Qualidade Nacional



Fonte: [18]

Figura 5 – Componentes essenciais de um sistema da qualidade



Fonte: elaborado pela autora, adaptado de [19]

A certificação baseada na ISO 9001 está relacionada à gestão da qualidade no que diz respeito ao conceito, design, desenvolvimento e produção de produtos e fornecimento de serviços [19]. Esta norma fornece um instrumento geral para garantia da qualidade especialmente para gestão de projetos de pesquisa [20], embora, algumas vezes nestes casos, o conceito de cliente possa ser vago [19] e os requisitos relacionados à competência técnica sejam limitados, com foco acentuado em ações repetitivas [21].

A norma ISO/IEC 17025 [4] 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, não inclui requisitos de gestão de projetos [19] necessários para laboratórios envolvidos com atividades de P&D. Segundo Rauret e Compañó [22], a norma ISO/IEC 17025 é indicada para laboratórios profissionais cujo objetivo é executar processos de forma correta e produzir resultados válidos e não se aplicaria aos laboratórios de ensino. Nestes casos, um processo defeituoso ou um resultado ruim podem ser utilizados no processo de ensino/aprendizado. Esta norma é mundialmente utilizada por organismos de acreditação de laboratórios.

A norma ISO 15189 é aplicável a “laboratórios onde se realizam exames de materiais biológicos, microbiológicos, imunológicos, químicos, imunohematológicos, hematológicos, biofísicos, citológicos, patológicos ou de outros materiais provenientes do corpo humano, com a finalidade de fornecer informações para o diagnóstico, prevenção e tratamento de doenças, ou para a avaliação de saúde de seres humanos e que podem oferecer serviços de consultoria e acompanhamento que abrangem todos os aspectos das investigações em laboratório, incluindo a interpretação de resultados e conselhos sobre investigações adicionais apropriadas” [23]. Esta norma apresenta estrutura muito semelhante à da ISO/IEC 17025 e deve ser usada especialmente para acreditação de laboratórios de análises clínicas.

Os princípios das BPL têm, como principal característica, a avaliação detalhada da competência técnica de um laboratório de ensaio para planejar, organizar, executar, controlar, registrar e relatar um estudo laboratorial específico destinado a avaliar os riscos físicos, físico-químicos, químicos ou biológicos associados a produtos químicos [24]. São aplicados principalmente aos laboratórios “que realizam estudos exigidos por órgãos regulamentadores para o registro de produtos agrotóxicos, farmacêuticos, aditivos de alimentos e rações, cosméticos, veterinários, produtos químicos industriais, organismos geneticamente modificados – OGM, visando avaliar o risco ambiental e a saúde humana dos mesmos” [25]. Segundo Vermaercke [21], as BPL apresentam aplicação limitada e não são adequadas para ambientes abertos e multidisciplinares de P&D.

## **2.2 SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE (SGQ) EM LABORATÓRIOS DE P&D, ENSINO E PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS**

Laboratórios de P&D que executam trabalhos para clientes externos devem assegurar sua competência, implantando um SGQ bem estruturado e buscando preferencialmente certificação ou acreditação [21]. Alguns motivos para a introdução formal de qualidade em P&D e vantagens obtidas relatados são: (i) permitir a comparação dos resultados obtidos entre instituições; (ii) favorecer a obtenção de recursos públicos e privados; (iii) demonstrar competência e honestidade através de transparência, criando credibilidade [20,26]; (iv) facilitar a seleção de parceiros confiáveis para projetos colaborativos; (v) melhorar a definição da estrutura do projeto e a qualidade técnica da pesquisa; (vi) criar um sistema baseado no conhecimento que pode ser usado para treinamento de pessoal [21]. A implementação de um SGQ 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 [19].

A natureza complexa e variada das atividades de pesquisa e as limitações impostas pelas abordagens das normas existentes, consideradas excessivamente rígidas e burocráticas pelos pesquisadores, dificultam a introdução de SGQ [26]. Adicionalmente, as convicções ideológicas e filosóficas derivadas da consideração de que a qualidade seria inquestionável devido ao rigor e precisão científicos envolvidos no trabalho, da necessidade de troca de hábitos e do fato de que grupos de pesquisa especializados geralmente tendem a trabalhar em círculos bastante fechados [19], somam-se aos problemas relacionados à implantação de SGQ nestes ambientes. Vermaercke [21] cita ainda, como dificultadores, as alterações das condições iniciais e dos objetivos durante o processo e a intangibilidade da qualidade intrínseca do produto final. Porém, mesmo que o resultado final de uma pesquisa seja negativo, este pode ser valioso para a comunidade científica. Além disto, no caso de pesquisas que utilizam informações obtidas através do uso de equipamentos, estes deveriam, no mínimo, ser calibrados e os resultados submetidos a avaliações que assegurassem sua qualidade e sua rastreabilidade.

Em universidades e em outras instituições de ensino e pesquisa a implementação de um SGQ apresenta problemas adicionais devido à sua estrutura,



atividades e funções (por exemplo, as funções e responsabilidades do quadro técnico são geralmente variadas e difusas) e à presença de pessoal temporário (estudantes e cientistas visitantes). Adicionalmente, a oferta de serviços de ensaio não é prioridade, o desempenho dos profissionais é normalmente medido com base em suas atividades de ensino e publicações [11] e os laboratórios são compartilhados com as atividades de pesquisa e ensino [9,12]. Também não é clara a definição de cliente. Por outro lado, o alto nível de conhecimento dos pesquisadores favorece a aquisição de conceitos e a implementação de ferramentas relacionadas à qualidade e, por mais que um projeto de pesquisa seja inovador, diversas atividades envolvidas são rotineiras e padronizadas, podendo ser aplicados a estas os princípios de garantia da qualidade [19].

De Vré [19] propõe uma estrutura geral de múltiplos estágios para incorporar a garantia da qualidade em atividades de P&D, de forma a orientar todas as atividades relacionadas ao projeto e auxiliar na avaliação sistemática do seu andamento. Esta abordagem permitiria flexibilidade em relação à diversidade dos procedimentos e métodos usados, à extensão das atividades (duração, recursos humanos e financeiros), à natureza e à importância da pesquisa. De Vré [19] e Vermaercke [21] sugerem uma combinação dos três maiores princípios: gestão da qualidade, gestão de projeto e competência científica e técnica. SGQ aplicados a serviços de laboratório (atividades de ensaio e calibração) abrangem sequências lineares com etapas padronizadas, diferentemente do que ocorre em atividades de P&D. Adamo *et al.* [27] apresentam algumas sugestões para superar o fato das academias não possuírem pessoal dedicado para a área da qualidade e também apresentarem dificuldade na obtenção de recursos para isto. Mencionam, entre outras, a utilização de uma estrutura central compartilhada como forma de minimizar custos, que pode estar alocada na própria instituição ou ainda em uma fundação de apoio. Os recursos podem ser obtidos direta ou indiretamente, de diversas formas, de acordo com os objetivos e a infraestrutura da instituição.

Como fatores críticos para o sucesso de um SGQ se encontram a aceitação e o comprometimento de cada membro da equipe envolvida, para gerar o que Vermaercke [21] chama de “cultura da qualidade”. Além disto, ele [21] e Krapp [26] indicam que o SGQ deve ser desenvolvido “bottom-up”, ou seja, da base para o topo, o sistema de documentação deve ser simples e flexível, o sistema como um todo deve

ser autossustentável e agregar valor à organização. Vermaercke [21] sugere ainda que o sistema seja modulado e não redundante, ou seja, que os itens gerais como organização, pessoal, auditorias, ações corretivas e preventivas, aquisições e outros sejam estabelecidos e gerenciados no mais alto nível institucional e que os itens técnicos necessários para a realização dos trabalhos estejam disponíveis nos seus locais de uso. Krapp [26] ressalta que um SGQ para P&D “deve ser bem entendido, adequado ao propósito e adaptado às características e peculiaridades” do trabalho. Para superar problemas relacionados à troca de pessoal, comum em universidades, e obter consistência em conhecimento, experiência e competência, ele sugere obter comparabilidade e rastreabilidade, assegurando que resultados não sejam perdidos, tratar trabalhos de teses como projetos de pesquisa, contribuindo para o preparo do aluno para o mercado e manter a equipe fixa com os conhecimentos atualizados.

A implantação do SGQ de acordo com a norma ISO 9001 em laboratórios de ensino de uma universidade, descrita por Rauret e Compañó [22], teve como principais objetivos melhorar a gestão técnica e econômica e o desempenho dos laboratórios, a qualidade educacional do trabalho prático executado, estimular a equipe para a cultura da gestão da qualidade e da melhoria contínua e oferecer uma imagem de solidez e competência aos clientes, autoridades e sociedade em geral.

No caso de laboratório analítico de universidade, envolvido com ensino, pesquisa básica e aplicada e prestação de serviços de análises para a comunidade, o SGQ pode diferir para cada uma das atividades. Valcárcel e Rios [28] recomendam o uso de um sistema de qualidade “leve” para os laboratórios de ensino, possivelmente com menos requisitos a serem atendidos, com o objetivo de melhorar sua eficiência e introduzir os estudantes no ambiente de qualidade; um sistema de qualidade autossuficiente aplicado a todas as atividades de P&D e um sistema baseado na ISO/IEC 17025 para as atividades de prestação de serviço.

Rodima *et al.* [9] descrevem a implementação de um SGQ de acordo com a ISO/IEC 17025 para as atividades de ensaio realizadas no Centro de Testes de uma universidade na Estônia. Dos quatro laboratórios acreditados, dois pertencem ao Centro de Testes enquanto que os demais são unidades vinculadas a outras faculdades. Para estes o Centro de Testes atua como “servidor” do SGQ, evitando a duplicação de esforços, porém exigindo clara definição de responsabilidades. Já o Laboratório de Radiologia Ambiental vinculado ao Departamento de Química Analítica

da Faculdade de Química da Universidade de Barcelona recebe suporte de outras unidades obrigando a criação de uma estrutura diferente para atendimento aos requisitos da ISO/IEC 17025. Zapata-García, Llauradó e Rauret [12] relatam detalhadamente este processo de implantação.

A Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), através de programa de cooperação técnica, vem auxiliando, nos últimos dez anos, diversos laboratórios desta área, no mundo, a buscar a acreditação de acordo com a ISO/IEC 17025. O programa inclui treinamento e consultoria, de forma a tornar os laboratórios autossustentáveis e capazes de atenderem seus clientes [29]. O Laboratório de Radioquímica da Universidade de Tecnologia e Economia da Hungria, envolvido neste processo, levou 5 anos para conseguir a acreditação, demandando reestruturação organizacional, validação de metodologias não padronizadas e esforço da equipe de trabalho, envolvida paralelamente com atividades de ensino e pesquisa [30]. O Laboratório de Radioisótopos do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo precisou de 3 anos para desenvolver o seu SGQ e mais 3 anos até solicitar acreditação no INMETRO [11]. O Laboratório de Proteção e Segurança Radiológica do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, Portugal, conseguiu obter acreditação em 5 diferentes áreas, também com o apoio da IAEA [13].

Como principais resultados da implantação do SGQ nos laboratórios LACOR e LAPOL [10] da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) podem-se citar: (i) aumento do número de ensaios realizados para clientes externos; (ii) qualificação dos ensaios através do uso de equipamentos calibrados e operados adequadamente, e de metodologias normalizadas; (iii) qualificação do pessoal diretamente envolvido com a realização dos ensaios, formação de profissionais mais competentes para o mercado e qualificação dos trabalhos de pós-graduandos (pesquisas e publicações), também reportados em literatura [12,30]; (iv) aumento do potencial de captação de recursos através do aumento do número de ensaios e de clientes e da participação em editais públicos.

No caso do Brasil, a criação de Redes Metrológicas Estaduais (RME) facilitou a disseminação da cultura metrológica de uma forma mais ampla, complementando regionalmente as atividades exercidas pelo INMETRO no país [31]. Também tornou mais acessível aos laboratórios em geral e especialmente aos laboratórios de IES, o reconhecimento de seus SGQ. Desde o estabelecimento da Rede Metrológica do Rio

Grande do Sul (RMRS) em 1992, primeira rede de metrologia com características das redes atuais, diversas outras foram criadas [32]. De acordo com o Eng. Celso Scaranello, presidente do Fórum das RME, em julho de 2015 existiam 11 redes em funcionamento. Destas, 7 mantinham registro de laboratórios reconhecidos em seus respectivos sites. Este reconhecimento é obtido através de avaliação do laboratório realizada pela equipe de cada rede ou, ainda, pela aceitação automática da acreditação na CGCRE.

Nos meios acadêmicos ainda existe questionamento quanto à adequação e à validade da implementação de um SGQ em laboratórios de IES, com o argumento de que os mesmos atendem ao ensino e à pesquisa. No art. 5º do Título II do Estatuto e Regimento Geral da UFRGS [33], consta que “A UFRGS, comunidade de professores, alunos e pessoal técnico-administrativo, tem por finalidade precípua a educação superior e a produção de conhecimento filosófico, científico, artístico e tecnológico, integradas no ensino, na pesquisa e na extensão”. Para tanto deve “manter ampla e diversificada interação com a comunidade, traduzindo uma relação orgânica entre universidade e sociedade, pela articulação entre as diversas Unidades da Universidade e as entidades públicas e privadas de âmbito regional, nacional e internacional” (Art. 6º, parágrafo III). Desta forma, as atividades de prestação de serviços de ensaios e calibrações estão corretamente incluídas na categoria de extensão. Ainda, o estatuto define, na Seção III, Art.38, os departamentos, que integram as unidades universitárias, como sendo “a menor fração da estrutura universitária para todos os efeitos de organização administrativa, didático-científica e de distribuição de pessoal”. E a eles compete “elaborar, propor e desenvolver programas de ensino, de pesquisa e de extensão...”. Embora não esteja definida, no estatuto, a figura dos laboratórios, na prática o que se observa é eles existem “de fato” e possuem suficiente autonomia para definir sua forma de gestão, para propor e executar projetos e para gerenciar seus próprios recursos. Isto tem feito com que diversos laboratórios busquem uma maior interação com o setor produtivo, através do atendimento às suas demandas, com projetos de pesquisa ou prestação de serviços na forma de ensaios ou calibrações. Como consequência, alguns destes laboratórios implantam SGQ com a finalidade de atender ao mercado, apesar da falta de interesse e de apoio institucional.

### **3 OBJETIVOS**

O objetivo geral deste trabalho é propor um conjunto de ações, em diversos âmbitos, que possam efetivamente contribuir para a obtenção e a manutenção da acreditação, de acordo com a norma ISO/IEC 17025:2005, em laboratórios de ensaio ou calibração em IES no Brasil. Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Apresentar o cenário da acreditação no Brasil e no continente americano;
- b) Identificar e caracterizar os laboratórios de IES acreditados, apresentar suas motivações, as vantagens e os impactos relacionados à acreditação, assim como as dificuldades e as sugestões para superação das mesmas;
- c) Identificar e caracterizar os agentes envolvidos neste processo;
- d) Identificar ações para estimular e facilitar a acreditação em laboratórios de IES e avaliar sua adoção na forma de um conjunto de ações.

## **4 METODOLOGIA**

Este capítulo descreve os procedimentos metodológicos empregados, tendo sido realizadas pesquisas em sites da internet e elaborados e enviados questionários a instituições ou a laboratórios com potencial retorno, para o levantamento de dados. Ferramentas estatísticas foram utilizadas em algumas análises de dados.

O trabalho proposto nesta tese é constituído das seguintes etapas, detalhadas na sequência:

- a) Levantamento bibliográfico sobre os SGQ e suas normas, aplicados a laboratórios de ensaio, calibração, ensino e pesquisa;
- b) Mapeamento do cenário da acreditação de laboratórios no Brasil e no continente americano, através da identificação, classificação, quantificação e análise dos laboratórios reconhecidos no Brasil e acreditados no continente americano;
- c) Caracterização dos laboratórios de IES acreditados no continente americano, com base no conhecimento gerado na etapa anterior e descrição de suas motivações, vantagens e impactos relacionados à acreditação, assim como dificuldades e sugestões para superação das mesmas;
- d) Identificação e caracterização dos agentes envolvidos no processo de acreditação de laboratórios, assim como identificação de suas funções;
- e) Proposição e discussão de ações que visam facilitar a acreditação de laboratórios de IES, com base no conhecimento gerado nas etapas anteriores e na experiência da autora na área.

### ***4.1 MAPEAMENTO DO CENÁRIO DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS***

Nesta seção são descritos os procedimentos utilizados para o levantamento e a análise dos laboratórios reconhecidos no Brasil e acreditados no continente americano. As informações referentes aos laboratórios reconhecidos por RME, no Brasil, foram obtidas através de pesquisa nos respectivos sites [34-40], no período de julho a agosto de 2015. Para os laboratórios acreditados, a pesquisa foi feita em sites de organismos de acreditação signatários do ILAC [41], nos países da América do Sul

[42-49], da América Central [50-55] e da América do Norte [56-66], durante os meses de abril e maio de 2016.

Alguns órgãos de reconhecimento ou de acreditação consideram separadamente as diferentes áreas de ensaio do laboratório, como por exemplo, ensaios físico-químicos e microbiológicos, ou ainda diferentes áreas de calibração, como massa, volume, força. Nestes casos, o laboratório foi considerado uma unidade única sempre que estas áreas são parte da mesma estrutura física e se encontram sob a mesma coordenação técnica.

Os laboratórios foram agrupados por país e região e somente considerados aqueles acreditados por órgãos acreditadores nacionais de seus próprios países. Foram computados, separadamente, instituição e laboratório, e os laboratórios foram contados individualmente, quando fazem parte de diferentes unidades da mesma instituição ou tem diferentes coordenações.

As instituições e os laboratórios foram classificados em três categorias de acordo com suas atividades, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Categoria das instituições e laboratórios de acordo com suas atividades

<b>Categoria</b>	<b>Descrição</b>
IES	Instituições que desenvolvem atividades de ensino de graduação e/ou pós-graduação, de forma continuada, como universidades ou outras
IP	Institutos de pesquisa, sem atividade de ensino superior continuada
OI	Outras instituições e organizações comerciais, que não atuam regularmente com ensino superior e/ou pesquisa

Os valores do produto interno bruto (PIB) dos estados brasileiros foram obtidos através de consulta ao site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) [67] e dos países do continente americano, ao site do Banco Mundial [68].

Os dados obtidos foram apresentados na forma de gráficos e analisados. Foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para correlacionar o número total de

laboratórios reconhecidos ou acreditados com o PIB de cada região ou país, através do uso do software Excel.

#### **4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DE IES ACREDITADOS**

Para a caracterização dos laboratórios de IES acreditados nos diversos países do continente americano, foi elaborado um modelo preliminar de questionário com perguntas fechadas, incluindo questões de simples e de múltipla escolha. Com o objetivo de avaliar sua adequação, foram entrevistados individual e pessoalmente os responsáveis por 9 laboratórios, acreditados ou em processo de acreditação, na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no mês de agosto de 2016. Após pequenas adequações no questionário (APÊNDICE B), o mesmo foi traduzido para espanhol (APÊNDICE C) e inglês (APÊNDICE D) e as 3 versões foram formatadas no programa Word da Microsoft e no sistema de formulários do Google.

Foram enviados e-mails para os responsáveis por cada um dos laboratórios identificados no mapeamento do cenário da acreditação de laboratórios no continente americano (APÊNDICE A), realizado na etapa anterior, contendo uma explicação sobre a pesquisa e o link do formulário online. Posteriormente foi enviado novo e-mail para os laboratórios que não responderam, com a inclusão do formulário em Word. Os resultados foram tabulados e analisados por região. As respostas dos 4 laboratórios acreditados da UFSM, alvos de entrevista, foram incluídas na pesquisa.

Para avaliar a influência na região (América do Norte, Central e do Sul) nas respostas dos questionários, foi utilizada a técnica estatística análise de correspondência, através do cálculo do qui-quadrado. Para isto foram criadas tabelas de contingência, relacionando o número de laboratórios que escolheram cada opção de resposta, à sua localização. Uma vez que o requisito para utilização deste método, mínimo de 5 observações em cada célula, não foi atendido em todos os casos, foi efetuada a correção proposta por Yates. Os cálculos, assim como os gráficos, foram obtidos utilizando o software Excel.

Os questionários foram enviados e recebidos no período de outubro a dezembro de 2016 e a análise dos dados obtidos foi realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2017.



### **4.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS**

Para a identificação e a caracterização dos agentes envolvidos com o processo de acreditação de laboratórios, foram consultados literaturas e sites da internet. Os agentes identificados foram classificados de acordo com suas funções e caracterizados com foco no âmbito de sua atuação nas ações propostas nesta tese.

### **4.4 IDENTIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS**

Algumas ações foram identificadas, registradas e discutidas durante as diversas etapas do trabalho. Na etapa final, após processo de brainstorming, ações adicionais foram identificadas. O relato das ações é complementado através da descrição do problema que demanda a ação, de comentários sobre a sua forma de implementação, da análise de sua adequação ou viabilidade e envolvimento dos agentes. Para facilitar a visualização e a consulta, foi elaborada uma tabela contendo as ações, os problemas atendidos, os agentes envolvidos e os comentários relacionados à cada ação.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Este trabalho tem como foco a acreditação de laboratórios de acordo com a norma ISO/IEC 17025:2005, para seus escopos de ensaio e/ou calibração. Não são consideradas outras normas de qualidade e nem outros escopos, como as outras atividades de ensino, pesquisa ou consultoria. As ações estudadas e propostas se aplicam especificamente aos laboratórios de IES, embora possam ser usadas, integral ou parcialmente, por laboratórios de qualquer outro tipo de instituição. Os agentes caracterizados são, na maioria dos casos, os que atuam no âmbito do Brasil e as ações propostas consideram a realidade do país. O trabalho desenvolvido não se propõe a esgotar o assunto, priorizando aspectos mais importantes conforme os recursos disponíveis para sua realização. O contexto geográfico do estudo é limitado aos países do continente americano, devido a semelhanças culturais e econômicas. Não são estimados os custos necessários para a acreditação dos laboratórios, nem os benefícios financeiros advindos da mesma. A discussão dos resultados seguiu as etapas descritas na metodologia (Cap. 3), havendo ao final de cada seção um resumo com as principais constatações e conclusões pertinentes.

### ***5.1 MAPEAMENTO DO CENÁRIO DE ACREDITAÇÃO DE LABORATÓRIOS NO BRASIL E NO CONTINENTE AMERICANO***

Nesta seção são apresentados e analisados os resultados obtidos com o levantamento dos laboratórios reconhecidos e acreditados, no Brasil e nos demais países do continente americano. Foram feitas análises por tipo de instituição e por região, e o número de laboratórios acreditados foi relacionado com o respectivo produto interno bruto do país de origem.

#### **5.1.1 Laboratórios reconhecidos e acreditados no Brasil**

No período do levantamento (julho e agosto de 2015), existiam no Brasil 1009 laboratórios de ensaio e de calibração acreditados pela CGCRE, vinculados a 749 diferentes instituições, e 206 laboratórios de ensaio e de calibração reconhecidos por RME, vinculados a 164 diferentes instituições, conforme mostrado na Tabela 2. A diferença nos números de instituições e laboratórios se deve ao fato de que diversas instituições possuem mais de um laboratório reconhecido e/ou acreditado. Por exemplo, no caso dos laboratórios acreditados, duas instituições das áreas de

saneamento e ambiental, a Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (SABESP) e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) mantinham, respectivamente, 17 e 9 laboratórios acreditados em diversas cidades do estado. As instituições de pesquisa Fundação de Ciência e Tecnologia do RS (CIENTEC) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) contavam, respectivamente, com 6 e 13 laboratórios acreditados, vinculados à diferentes departamentos e em áreas diversas.

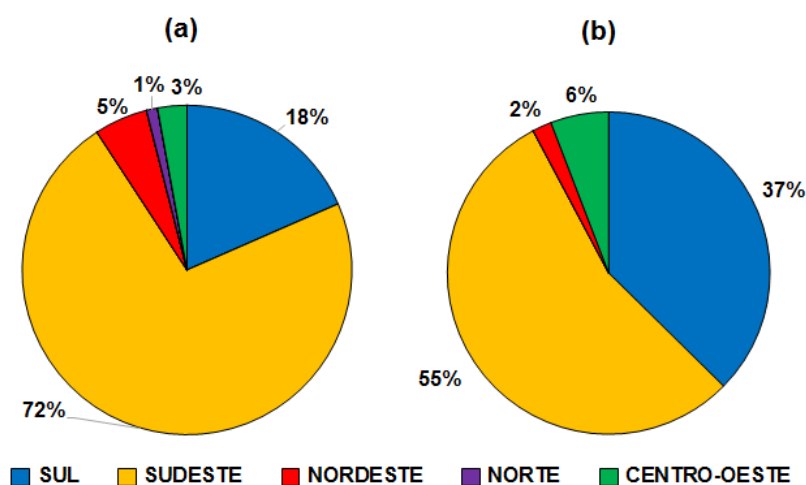
Tabela 2 – Número de laboratórios e instituições reconhecidos em RME e acreditados pela CGCRE no Brasil

	CGCRE		RME	
	Laboratórios	Instituições	Laboratórios	Instituições
IES	60	36	25	8
IP	61	31	12	4
OI	888	682	169	152
TOTAL	1009	749	206	164

#### 5.1.1.1 Análise por região e comparação com o PIB

Como pode ser observado na Figura 6, a maior quantidade de laboratórios acreditados e reconhecidos se concentra na região sudeste, seguida pela região sul. As demais regiões apresentam participações bastante inferiores. As diferenças observadas nas participações entre os laboratórios acreditados e reconhecidos, nas diversas regiões, ocorrem devido ao aspecto regional das RME. Podem ser destacadas a forte atuação da RMRS e a ausência de RME na região norte.

Figura 6 – Laboratórios acreditados CGCRE (a) e reconhecidos RME (b) por região do Brasil



Fonte: elaborada pela autora

Utilizando o coeficiente de correlação de Pearson, foi encontrada uma forte correlação ( $r = 0,99$ ) entre a quantidade de laboratórios acreditados e o respectivo PIB de cada região. Esta relação também pode ser visualizada através da comparação do percentual dos laboratórios acreditados na CGCRE por região (Fig. 6a), com os dados da participação das regiões no PIB nacional de 2012, que se encontram na Tabela 3.

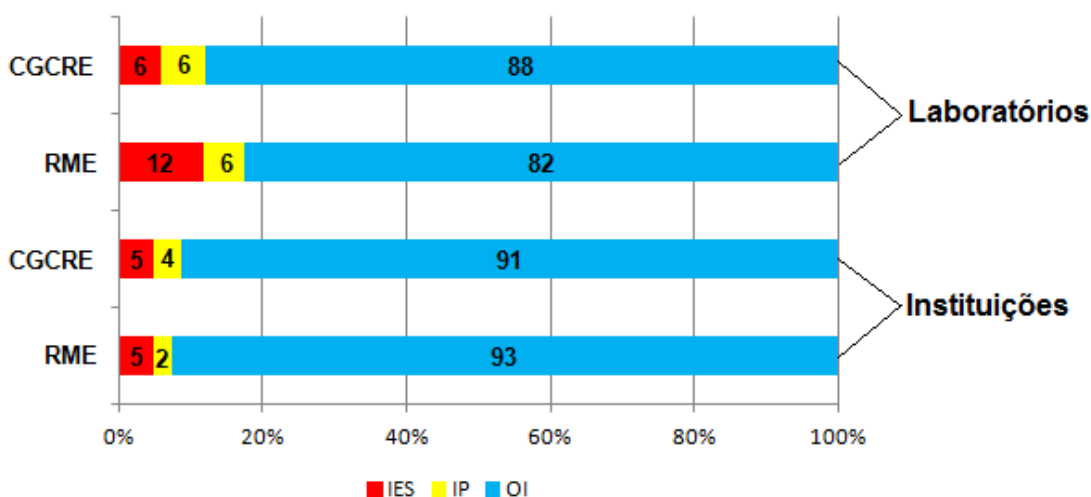
Tabela 3 – Participação das regiões no PIB nacional de 2012 [67]

Região	PIB (%)
Sudeste	55
Sul	16
Nordeste	14
Centro-Oeste	10
Norte	5

#### 5.1.1.2 Análise por tipo de instituição

A Figura 7 apresenta o percentual de instituições e laboratórios acreditados (CGCRE) ou reconhecidos (RME), de acordo com o tipo de instituição. Verifica-se que 6% dos laboratórios acreditados pela CGCRE e 12% dos reconhecidos por RME pertencem às IES. Esta porcentagem é ainda menor considerando as instituições, uma vez que algumas delas possuem mais de um laboratório acreditado e/ou reconhecido.

Figura 7 – Instituições e laboratórios acreditados (CGCRE) ou reconhecidos (RME) por tipo de instituição

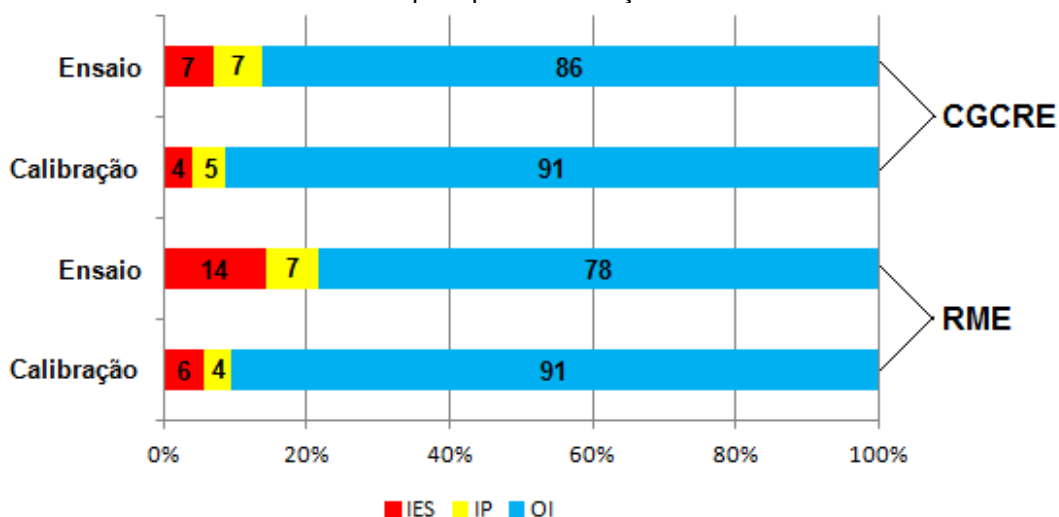


Fonte: elaborada pela autora

O maior valor observado, no caso das RME, se justifica, em grande parte, devido ao fato de que a prestação de serviços não é a principal atividade de laboratórios de IES, de que estes não estão sujeitos à pressão do mercado (cliente externo, agências reguladoras) que exige acreditação e de que o custo total do reconhecimento, por ser regionalizado, é menor do que no caso da acreditação. O número total de laboratórios de IES acreditados no Brasil ainda é baixo, cerca de 60, principalmente considerando-se que o país possui 63 universidades federais [69], além de outras instituições envolvidas com ensino superior. Adicionalmente, dos 51 laboratórios que realizam ensaios ou calibrações nas áreas de química e de engenharias identificados na UFRGS, somente 4 estavam acreditados no período da pesquisa. No caso da Universidade Federal do Rio de Janeiro, somente 5 dos mais de 100 laboratórios destas áreas de conhecimento possuíam acreditação.

A Figura 8 mostra o número de laboratórios de ensaio e de calibração acreditados e reconhecidos, por tipo de instituição. Observa-se que há uma maior porcentagem de laboratórios de ensaio do que laboratórios de calibração, vinculados às IES, o que pode ser justificado pelo fato de que os laboratórios de ensaio correspondem a mais de 2/3 do total de laboratórios acreditados no Brasil (Fig. 3). Além disso, os laboratórios de ensaio em IES são frequentemente utilizados para a realização de análises internas, oriundas de projetos de pesquisa e de trabalhos de pós-graduação.

Figura 8 – Laboratórios de ensaio e de calibração acreditados e reconhecidos por tipo de instituição



Fonte: elaborada pela autora

Laboratórios de calibração, por outro lado, atuam normalmente como prestadores de serviços para clientes externos, que demandam acreditação.

Em relação ao cenário Brasileiro, pode ser observado que há uma forte correlação entre a quantidade de laboratórios acreditados e o PIB de cada região. Ainda, com base nos dados obtidos, foi identificada a baixa proporção de laboratórios de IES acreditados pela CGCRE, considerando o universo de laboratórios de IES no país, além da importância do papel das RME.

### 5.1.2 Laboratórios acreditados no continente americano

Os países do continente americano possuem um único órgão acreditador signatário do ILAC MRA [41], para acreditação de acordo com a ISO/IEC 17025, com exceção do Canadá, com 2 e dos Estados Unidos, com 8. A Tabela 4 mostra o número e o percentual de laboratórios acreditados por organismo de acreditação nos EUA. O organismo de acreditação com o maior número de laboratórios acreditados é a American Association for Laboratory Accreditation (A2LA), responsável por mais de um terço das acreditações dos laboratórios americanos. A American Society of Crime Laboratory Directors (ASCLD) é responsável pela acreditação de laboratórios forenses, e o American Industrial Hygiene Association Laboratory Accreditation Program (AIHA-LAP) possui programas específicos nas áreas ambiental e de segurança alimentar. Cerca de 3% dos laboratórios americanos são acreditados em mais de um órgão. Alguns países da América Central e Sul foram excluídos deste estudo, uma vez que não possuem órgãos acreditadores signatários do ILAC MRA.

Tabela 4 – Quantidade de laboratórios acreditados por órgão acreditador nos EUA

<b>Organismo de acreditação</b>	<b>Laboratórios acreditados</b>	<b>Percentual</b>
A2LA	1727	38,7
NVLAP	558	12,5
PJLA	471	10,5
ANSI	470	10,5
ASB	392	8,8
ASCLD	387	8,7
AIHA-LAP	242	5,4
IAS	220	4,9

### 5.1.2.1 Análise por região e comparação com o PIB

O número total de instituições com laboratórios acreditados e o número de laboratórios acreditados por país e por região, além dos respectivos PIBs, são apresentados na Tabela 5. Na maioria dos países observa-se, novamente, um número maior de laboratórios do que de instituições. Por exemplo, no México, uma empresa estatal de petróleo (Petróleos Mexicanos - PEMEX) possui 87 laboratórios acreditados e uma indústria líder global de materiais de construção (Cementos Mexicanos - CEMEX) tem 37, em todo o país. Além disso, outras 39 instituições mexicanas têm laboratórios de ensaio e de calibração acreditados.

Tabela 5 – Número de instituições e laboratórios acreditados e produto interno bruto de 2014 por região e país [68]

Região da América	País	Número de instituições com laboratórios acreditados	Número de laboratórios acreditados	PIB (10 <sup>9</sup> US\$)
Norte	Canadá	299	476	1785
	EUA	3339	4665	17419
	México	911	1254	1294
Central	Costa Rica	76	97	49
	Cuba	50	71	77
	El Salvador	22	26	25
	Guatemala	28	28	58
	Jamaica	8	10	13
	Nicarágua	12	12	11
Sul	Argentina	131	175	537
	Brasil	890	1167	2416
	Chile	209	306	258
	Colômbia	222	312	377
	Equador	93	118	100
	Paraguai	20	28	30
	Peru	77	78	202
Uruguai	27	31	57	

Nos EUA, 52 laboratórios acreditados estão associados à empresa IEH Laboratories & Consulting Group, que fornece suporte analítico rotineiro à indústria de alimentos. Existem também 50 laboratórios acreditados vinculados ao Weapons of

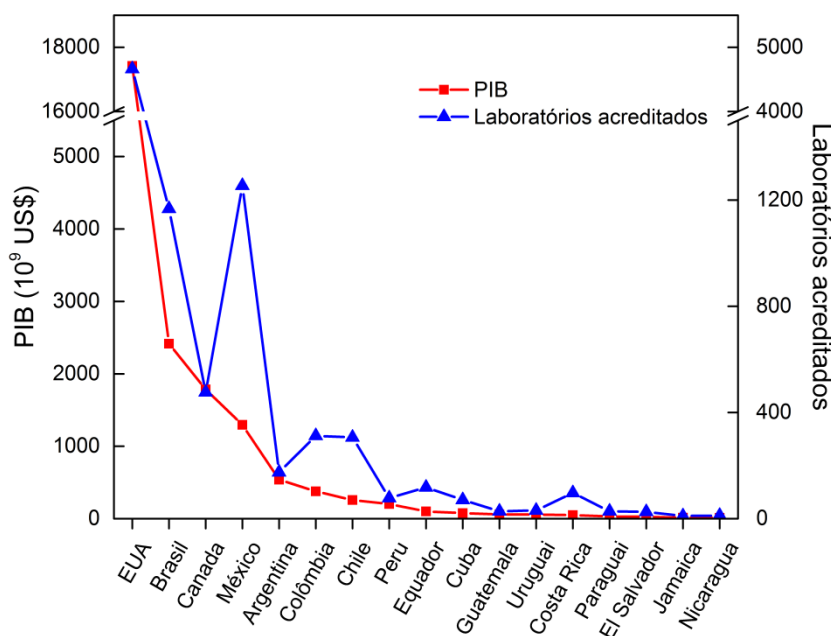
Mass Destruction Civil Support Team of the National Guard Bureau. Outras várias instituições têm mais de 10 laboratórios acreditados, em diferentes regiões do país. No Brasil, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), maior provedor de educação profissional e tecnológica da América Latina, tem 56 laboratórios acreditados. De um modo geral, os países da América do Norte têm o maior número total de laboratórios acreditados e os EUA têm o maior número de laboratórios acreditados (4665) de todos os países. Todos os países da América Central têm menos de 100 laboratórios acreditados, e a Costa Rica é o que tem o maior número (97) entre eles. Na América do Sul há uma grande diferença no número de laboratórios acreditados entre os países, sendo que o Brasil apresenta o maior número (1167).

Em 2014, a América do Norte representava 83% do PIB total do continente americano, enquanto a América do Sul, 16% e a América Central apenas 1%. Em geral, o PIB dos países varia mais significativamente na América do Sul. Na América do Norte, como esperado, os EUA apresentam os maiores percentuais de laboratórios acreditados (73%) e PIB (85%), sobre os totais da região, enquanto o Canadá apresenta percentuais menores e equivalentes para estes, respectivamente, 7% e 9%. Em contraste, o México tem 20% dos laboratórios acreditados, apesar de contribuir com apenas 6% do PIB total da região. Na América Central, a Costa Rica é o país com maior número total de laboratórios acreditados, embora tenha apenas o terceiro maior PIB. Cuba, com o PIB mais alto, tem o segundo maior número de laboratórios acreditados. Na América do Sul, o Brasil se encontra em primeiro lugar tanto em relação aos laboratórios acreditados quanto ao PIB. Embora a Argentina seja o país com o segundo maior PIB da região, possui menos laboratórios acreditados do que a Colômbia e o Chile. Esses dois países, com o terceiro e o quarto maiores PIBs da região, só são superados pelo Brasil em número de laboratórios acreditados.

Utilizando o coeficiente de correlação de Pearson, foi encontrada uma forte correlação positiva entre o PIB e o número total de laboratórios acreditados por país ( $r = 0,97$ ), conforme pode ser visto na Figura 9, que mostra o número total de laboratórios acreditados e o PIB por país. Como esperado, quanto maior o PIB, maior o número de laboratórios acreditados. No entanto, alguns países como México, Colômbia, Chile, Equador e Costa Rica têm um maior número de laboratórios acreditados do que o esperado de acordo com o PIB do país.



Figura 9 – Número total de laboratórios acreditados e PIB, por país



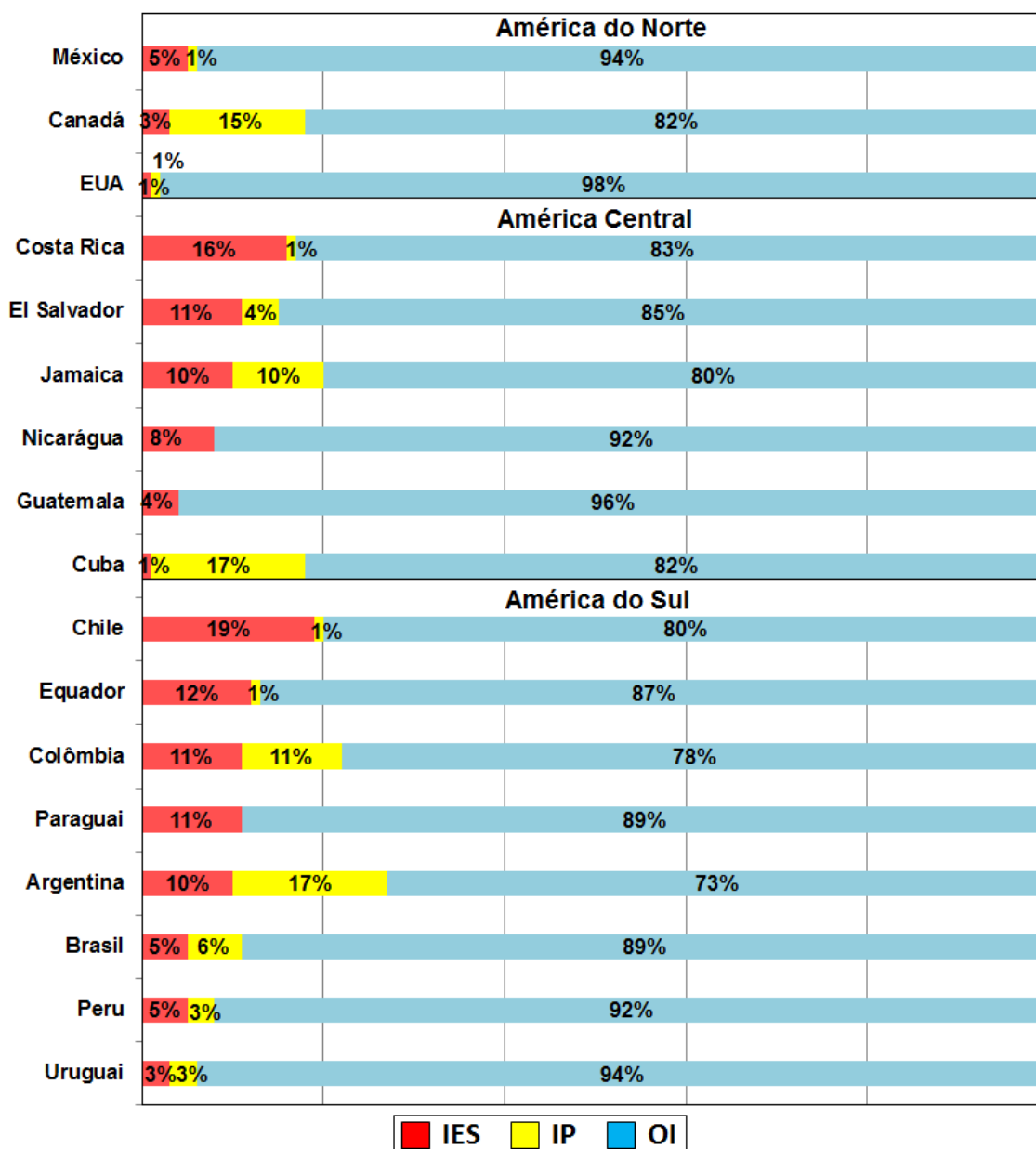
Fonte: elaborada pela autora

#### 5.1.2.2 Análise por tipo de instituição

A Figura 10 apresenta a porcentagem de laboratórios acreditados por tipo de instituição (IES, IP e OI), com base no número total de laboratórios por país, nas Américas do Norte, Central e do Sul. A América do Norte tem as porcentagens mais baixas de laboratórios acreditados em IES por país, baseadas no número total de laboratórios acreditados, enquanto nas Américas Central e do Sul vários países têm porcentagens mais elevadas. Na América do Norte, embora o México tenha o menor PIB da região, ele é responsável pela maior porcentagem de laboratórios de IES acreditados. Algumas agências governamentais, como o Ministério do Meio Ambiente [70], exigem que análises relacionadas aos impactos ambientais sejam realizadas por laboratórios acreditados. Pelo menos 16 dos 54 laboratórios de IES acreditados no México estão neste setor. Adicionalmente, o estabelecimento do Sistema de Centros Públicos de Pesquisa [71], criado pelo Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (CONACYT), disponibilizou fundos acessíveis aos laboratórios que buscam acreditação. Em contraste com o México, a porcentagem de laboratórios de IES acreditados nos Estados Unidos é baixa. A este respeito, algumas publicações [19-21,26] indicam que os sistemas de gestão da qualidade são burocráticos e caros, e que a credibilidade pode, em alguns casos, ser obtida de forma mais eficaz através da reputação científica da instituição e da equipe, assim como através da quantidade

e qualidade de suas publicações. Além disso, o grande número de laboratórios acreditados de outras instituições (OI) nos EUA parece atender à necessidade de agências reguladoras e de empresas envolvidas em comércio internacional.

Figura 10 – Percentagem de laboratórios acreditados por tipo de instituição (IES, IP e OI conforme Tabela 1) com base no número total de laboratórios acreditados por país



Fonte: elaborada pela autora

A América Central é a região com os menores PIB e número de laboratórios acreditados. Apesar disso, na Costa Rica, somente uma universidade (Universidade da Costa Rica) possui 12 dos 16 laboratórios de IES acreditados, como resultado do

Programa de Cooperação para a Acreditação de Ensaio e Laboratórios (PROCOA) [72]. Este programa estimulou estratégias cooperativas e disponibilizou recursos compartilhados, visando a acreditação dos laboratórios desta universidade.

Na América do Sul, o Chile (em quarto lugar no PIB) é o país com a maior proporção de laboratórios de IES acreditados em relação ao número total, e também com a maior proporção de laboratórios acreditados por IES. A Universidade do Chile estabeleceu um projeto para a acreditação de laboratórios de ensaio em diferentes institutos [73] e atualmente possui 19 laboratórios acreditados. Além disso, a Lei Geral de Urbanismo e Construção do Chile exige que os materiais e sistemas utilizados nas construções estejam conformes às normas técnicas do Ministério da Habitação e Desenvolvimento Urbano ou do Instituto Nacional de Normalização [74,75]. Desta forma, os laboratórios envolvidos com ensaios destes materiais devem estar acreditados para que atendam a esta exigência, e 24 dos 58 laboratórios de IES acreditados no Chile atuam no setor de construção. No Equador, o país com o segundo maior número de laboratórios de IES acreditados e sexto colocado em PIB, os laboratórios analíticos devem estar acreditados para realizar análises para Estudos de Impacto Ambiental [76]. Isto explica o fato de que 11 dos 14 laboratórios de IES acreditados se encontrarem neste setor. Na Colômbia, o país com o segundo maior número de laboratórios de IES acreditados, a Universidade Nacional de Colômbia possui 12 laboratórios acreditados em diferentes áreas, localizados em diversas regiões do país. A Direção Nacional de Laboratórios desta universidade vem provendo recursos para apoiar a obtenção e a manutenção da acreditação dos laboratórios [77]. Além disso, o Decreto nº 1595 [78] do Ministério do Comércio, Indústria e Turismo resultou na criação do Subsistema Nacional da Qualidade Colombiano, tornando a acreditação obrigatória para laboratórios de ensaio e calibração que realizam certificações de produtos. Na Argentina, a Universidad Tecnológica Nacional se destaca com sete laboratórios acreditados e dois IPs (Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA) possuem respectivamente 15 e 12 laboratórios acreditados, representando mais de 80% dos laboratórios de IPs acreditados. Estes fatos, além do elevado número total de laboratórios de IES e IP acreditados, podem ter resultado, em parte, de dois programas lançados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação Produtiva da Argentina durante os anos de 2011 [79] e 2013 [80]. O objetivo desses programas era promover a acreditação em universidades e instituições nacionais de ciência e

tecnologia. Adicionalmente, o Sistema de Reconhecimento de Competências Técnicas de Laboratórios Universitários (Sistema de Reconocimiento de Competencias Técnicas de Laboratorios Universitarios – UNILAB) [81], é uma alternativa disponível para laboratórios de universidades nacionais na Argentina. Este esquema interuniversitário voluntário de baixo custo propõe uma abordagem progressiva e uma avaliação, para as diferentes fases de implementação dos sistemas de gestão da qualidade. O Brasil tem o maior número de laboratórios acreditados e o maior PIB da América do Sul. No entanto, a proporção de laboratórios de IES acreditados ainda é um dos mais baixos da região, apesar de ações governamentais como o projeto nacional que forneceu recursos para a implementação de sistemas de gestão da qualidade e a acreditação em laboratórios de IES e IP [82]. Além disso, alguns laboratórios universitários brasileiros [10] buscaram a acreditação principalmente devido à solicitação de clientes externos.

Em relação ao cenário americano, foram identificadas três estratégias principais, com base nas ações que estimularam a acreditação de laboratórios nos países com alta percentagem de IES por região. Estas estratégias são: (1) exigência, por parte de agências governamentais, de que algumas análises e certificações de produtos sejam executadas somente por laboratórios acreditados; (2) fornecimento de financiamento e de outros recursos por organizações nacionais e internacionais específicos para a acreditação; (3) programas inter e intrauniversitários e projetos com o objetivo de aumentar o número de laboratórios acreditados. Observa-se ainda que os países com as maiores percentagens de laboratórios acreditados do que seria esperado, a partir de seus PIBs (Fig. 9), são os que apresentam as maiores percentagens de laboratórios de IES acreditados em suas regiões (Fig. 10). Nestes países (México, Colômbia, Chile, Equador e Costa Rica) as estratégias descritas acima parecem ter causado um aumento no número total de laboratórios acreditados, além do aumento de laboratórios de IES acreditados. A alta percentagem de laboratórios de IES acreditados nestes países, além do fato de que eles não são os que tem os maiores PIBs em suas regiões, sugerem que estes laboratórios estão suprindo uma demanda não satisfeita por laboratórios comerciais. O aumento do número de laboratórios acreditados pode assegurar uma melhoria nas condições socioeconômicas de países menos favorecidos economicamente, através da sua participação mais efetiva no comércio internacional e do atendimento aos requisitos nacionais nas áreas de saúde e de meio ambiente. Pode ser observado que há uma

forte correlação entre a quantidade de laboratórios acreditados e o PIB de cada país e, na maioria dos países, há uma pequena quantidade de laboratórios de IES acreditados. Adicionalmente, os laboratórios de IES acreditados suprem a demanda não atendida por outros laboratórios. Para aumentar a quantidade de laboratórios de IES acreditados serão necessárias estratégias ou ações amplas e organizadas.

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO DOS LABORATÓRIOS DE IES ACREDITADOS

Para a caracterização dos laboratórios de IES acreditados foram enviados questionários para um total de 302 laboratórios e se obteve respostas de 155 laboratórios de IES acreditados, no continente americano, conforme análise e resultados discriminados na Tabela 6. A taxa média de resposta foi cerca de 51%, considerada muito boa.

Tabela 6 – Número de questionários enviados e recebidos por país e por região

Região da América	País	Número de questionários	
		Enviados	Recebidos
Norte	Canadá	12	8
	EUA	51	17
	México	48	27
	<i>Subtotal</i>	<i>111</i>	<i>52</i>
Central	Costa Rica	15	8
	El Salvador	3	2
	Guatemala	1	1
	Jamaica	1	0
	Nicarágua	1	1
	<i>Subtotal</i>	<i>21</i>	<i>12</i>
Sul	Argentina	16	12
	Brasil	68*	45*
	Chile	40	11
	Colômbia	31	16
	Equador	10	4
	Peru	4	2
	Uruguai	1	1
	<i>Subtotal</i>	<i>170</i>	<i>91</i>
<i>TOTAL GERAL</i>		<i>302</i>	<i>155</i>

\* Incluídos os 4 laboratórios acreditados participantes da entrevista

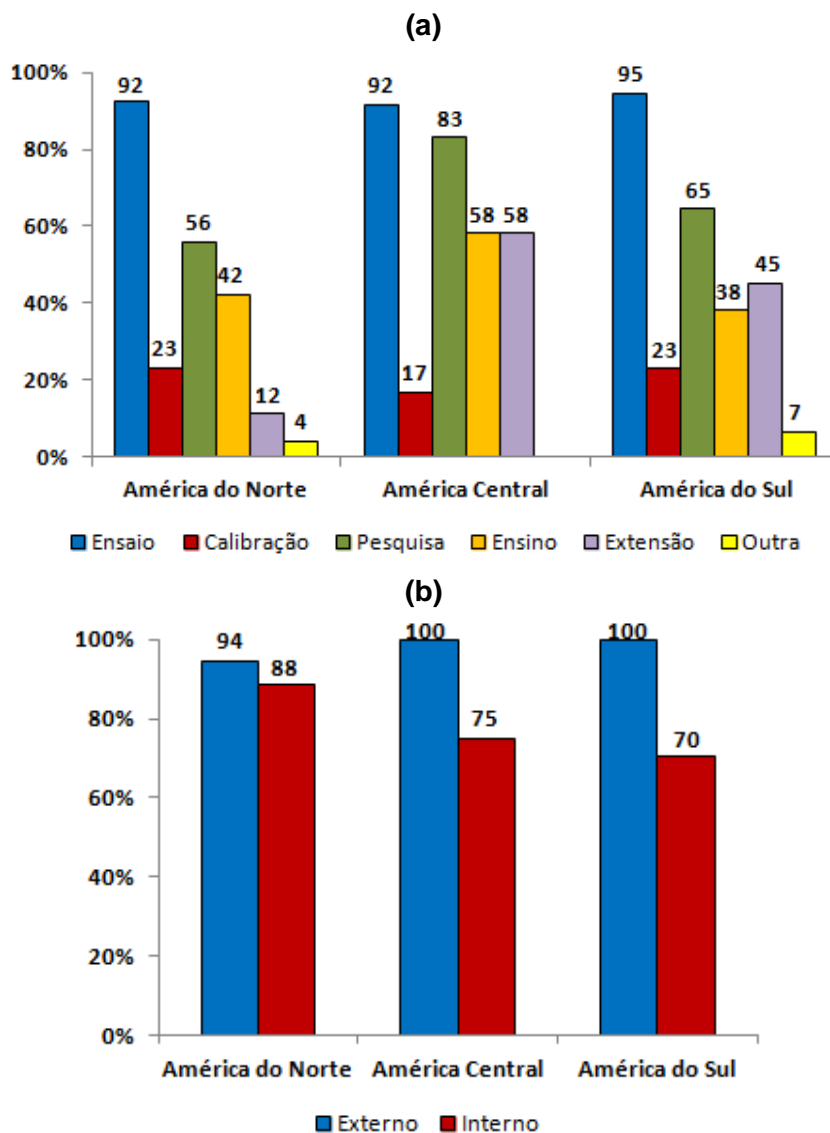
A grande receptividade em relação ao preenchimento dos questionários também foi evidenciada através das manifestações de interesse em participar e contribuir com a pesquisa, dos votos de sucesso no empreendimento e da indicação de disponibilidade para fornecimento de outras informações, se necessário. Houve manifestação de interesse ao acesso ao trabalho, assim que concluído ou disponível publicamente, por parte de 14 profissionais. Além disto, três solicitaram cópias dos artigos publicados pela autora e um pesquisador de uma universidade da Costa Rica fez um convite para apresentar o trabalho lá, com todas as despesas custeadas pela instituição.

As respostas estão agrupadas por região e apresentadas na forma de gráfico de barras. Nestes, os valores indicam o percentual de laboratórios que escolheu aquela opção, em relação ao número total de laboratórios que respondeu à questão. No caso da múltipla escolha, a soma dos percentuais não totaliza 100%, uma vez que as respostas não são excludentes. Por exemplo, um valor de 90% significa que 90% dos laboratórios escolheram aquela opção e que podem ter escolhido outra também.

### **5.2.1 Características básicas dos laboratórios**

Os laboratórios de IES acreditados são caracterizados quanto às suas atividades, ao tipo de cliente, ao tipo de metodologia utilizada e à sua forma de gestão. A Figura 11 apresenta os principais tipos de atividades dos laboratórios e o tipo de clientes por região, segundo o questionário utilizado para levantamento de dados desta pesquisa. Conforme esperado, a grande maioria se dedica à realização de ensaio analíticos (Fig. 11a). De acordo com o teste do qui-quadrado, não há evidências estatísticas, com 95% de significância, de que a região apresente impacto sobre as atividades dos laboratórios, o tipo de cliente, o tipo de método usado, a realização de ensaios ou calibrações além dos acreditados e a entidade responsável pela gestão do SGQ. Aproximadamente 1/3 dos laboratórios de IES das Américas do Norte e do Sul e 1/4 dos laboratórios das Américas estão envolvidos com atividades de ensino e pesquisa, além da realização de ensaios [10]. A quantidade de laboratórios que realiza calibrações é significativamente inferior, como percebido anteriormente no levantamento do cenário brasileiro (Fig. 8). Os dados indicam ainda que alguns laboratórios de calibração também fazem ensaios, fato também observado na literatura [10], e que a pesquisa é a segunda maior atividade mencionada em cada região, seguida por ensino nas Américas do Norte e Central.

Figura 11 – Atividades dos laboratórios (a) e tipo de cliente (b) por região



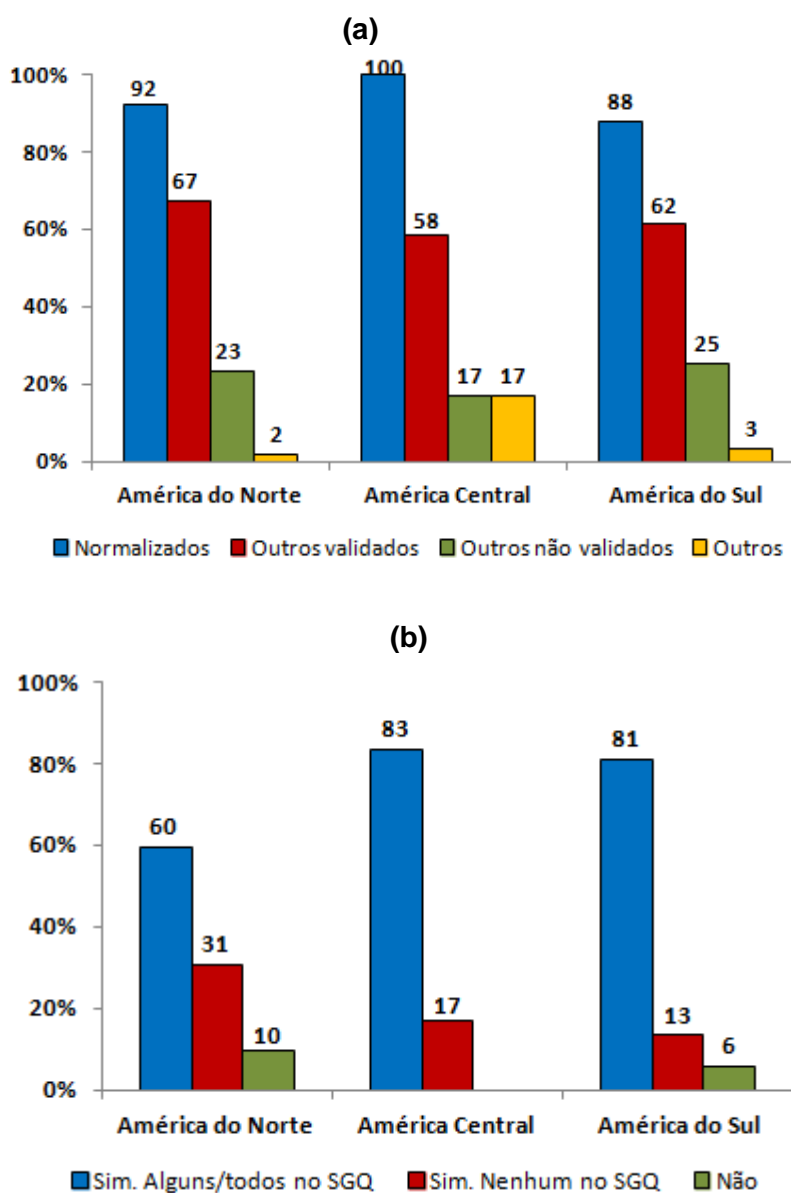
Fonte: elaborada pela autora

Observa-se que diversos laboratórios, mesmo vinculados à IES, não estão diretamente envolvidos com atividades de ensino. Atividades de extensão foram pouco mencionadas nos países da América do Norte, denotando um foco maior nas demais atividades, ou ainda um diferente entendimento do termo durante o preenchimento do questionário. Entre os laboratórios que assinalaram a opção outra, um também é provedor de ensaios de proficiência, outro realiza amostragem e os seis restantes indicaram realizar também consultorias. Quanto ao tipo de cliente (Fig. 11b), conforme esperado, há um maior número de atendimento a clientes externos, uma vez que estes são, frequentemente a principal razão para buscar acreditação neste tipo de instituição. Observa-se também um alto percentual de atendimento aos

clientes internos, indicando que os ensaios também são utilizados para pesquisa e demais atividades do laboratório ou da instituição. Estas atividades se beneficiam com a qualificação dos ensaios e calibrações obtidos com a acreditação.

A maioria dos laboratórios pesquisados utiliza métodos normalizados conforme pode ser visto na Figura 12, relativa ao tipo de métodos usados (a) e à realização de ensaios/calibrações além dos acreditados (b) nos laboratórios, por região.

Figura 12 – Tipo de métodos usados (a) e realização de ensaios/calibrações além dos acreditados (b) nos laboratórios, por região



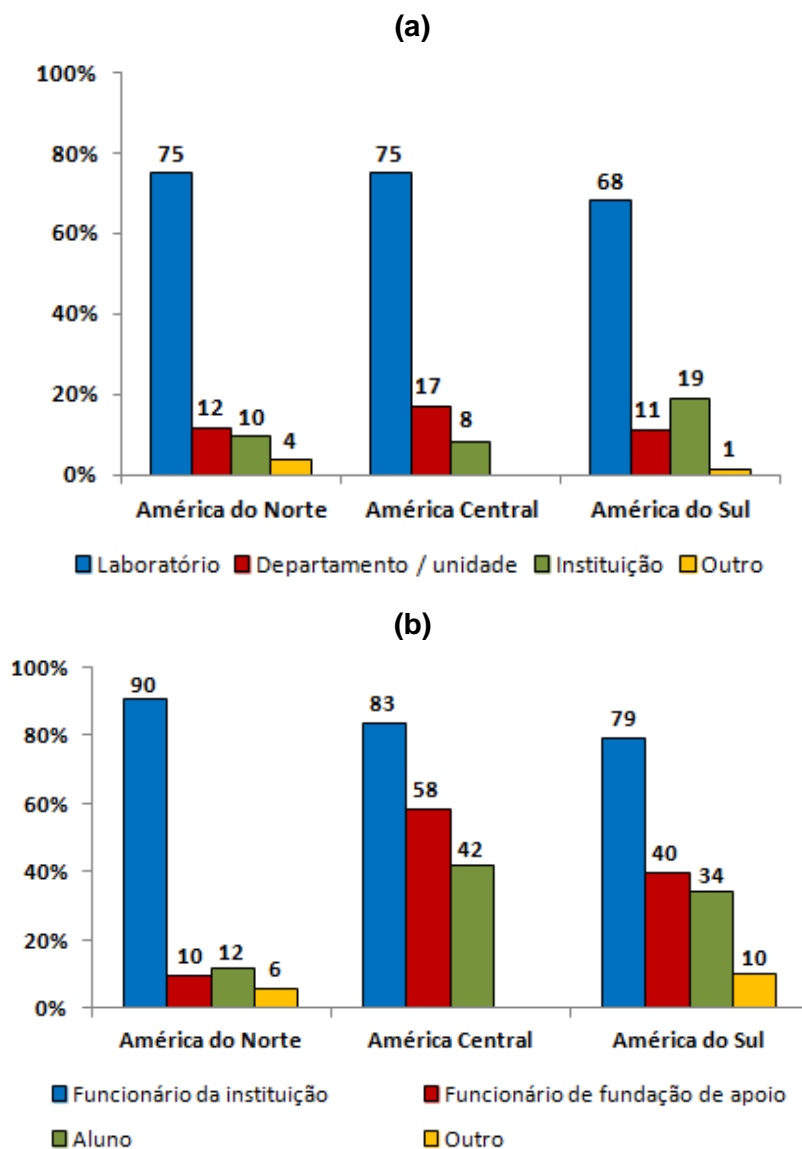
Fonte: elaborada pela autora



Mais da metade dos laboratórios utilizam metodologias outras que não as normalizadas, fato observado em literatura, principalmente nas áreas de radiações [12,13,21,30] e de ciência dos materiais [83,84]. Laboratórios de IES atuam frequentemente na fronteira do conhecimento e podem contribuir com a normalização de procedimentos para caracterização e especificação de materiais [84]. Nestes casos, se observa a preocupação do laboratório em validá-los, o que é um requisito da norma ISO/IEC 17025. Alguns laboratórios informam utilizar métodos não validados, que estão fora do escopo da acreditação (Fig. 12b). Estes outros métodos indicados pelos laboratórios são kits e testes diagnósticos (2 laboratórios), métodos de clientes (1) e métodos adaptados de literatura (1). A maioria realiza ensaios ou calibrações além dos que se encontram acreditados e grande parte deles inclui, no SGQ, ensaios não acreditados. Devido ao alto custo de manter uma acreditação, os ensaios do escopo normalmente são os que possuem algum tipo de demanda (cliente externo ou agência regulamentadora). Mas uma vez estabelecido um SGQ, a inclusão de outros ensaios torna-se mais fácil e nem sempre impacta em aumento significativo de custo.

A gestão do SGQ é feita predominantemente dentro do laboratório, conforme observado na Figura 13, com relação à entidade responsável pela gestão do SGQ (a) e ao regime de trabalho do pessoal vinculado ao SGQ (b), nas três regiões. No Brasil, a gestão centralizada na instituição foi observada principalmente nas universidades particulares e nos institutos nacionais ou estaduais. Os casos indicados como outros correspondem à gestão em mais de um nível simultaneamente. Foi observado impacto significativo da região sobre o regime de trabalho do pessoal vinculado ao SGQ nos laboratórios (valor  $p = 0,024$ ). Apesar disto, em todas as regiões, a maioria do pessoal é funcionário da própria instituição (Fig. 13b). No caso das Américas Central e do Sul, a contratação via fundação de apoio é bastante utilizada, provavelmente devido à dificuldade em contratar através da própria instituição. Nestas duas regiões observa-se a presença considerável de alunos executando atividades nos laboratórios, também mencionada na literatura [10]. Isto contribui com a redução de custo com pessoal e assegura uma melhor preparação de profissionais para o mercado. Na resposta relacionada com outro regime de trabalho, a contratação direta pelo laboratório teve 6 ocorrências, a subcontratação ou a terceirização, 4 e a utilização de pessoal temporário ou estagiários, 2.

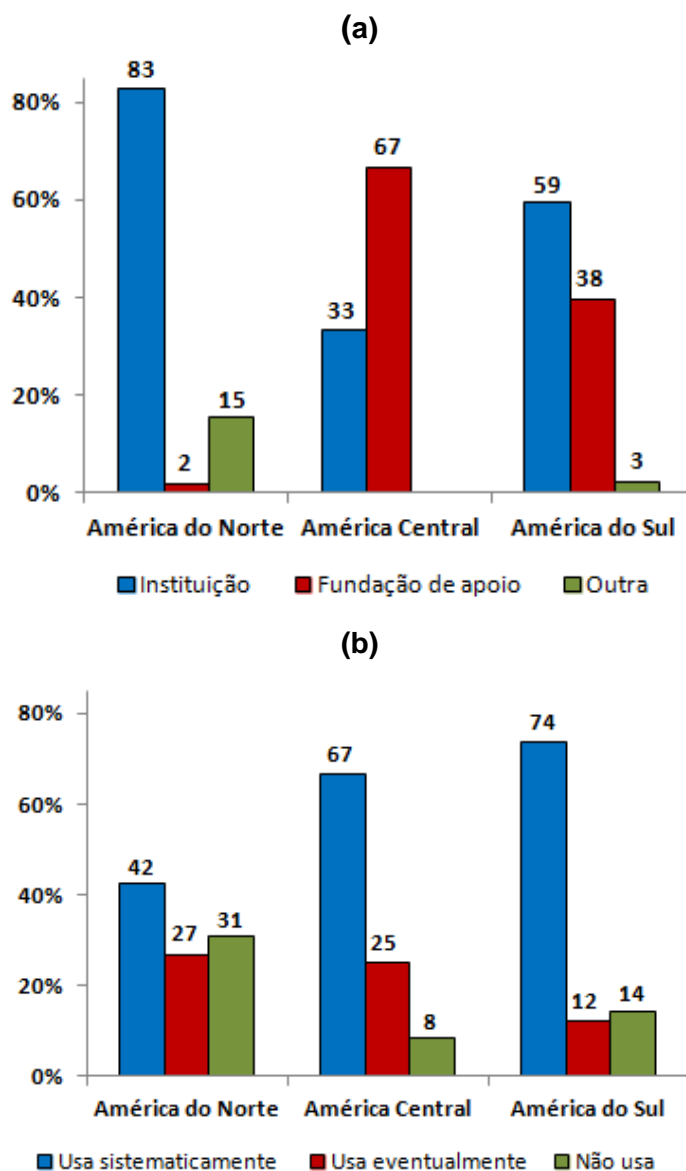
Figura 13 – Entidade responsável pela gestão do SGQ (a) e regime de trabalho do pessoal vinculado ao SGQ (b) por região



Fonte: elaborada pela autora

Com relação à entidade legal responsável pela cobrança dos serviços prestados pelo laboratório, foi também observado um impacto significativo da região (valor  $p = 2,7 \times 10^{-6}$ ). A Figura 14 mostra o tipo de entidade legal responsável pela cobrança dos serviços prestados (a), e o uso de recursos gerados no laboratório para remuneração da equipe (b), por região. Na América do Norte, na maioria dos casos, a entidade é a própria instituição (Fig. 14a); dois laboratórios indicaram que os ensaios não são cobrados, cinco mencionam que a cobrança é feita pelo próprio laboratório, e um que esta é feita pelo departamento. Novamente se observa que há a presença da fundação de apoio nos laboratórios das Américas Central e do Sul.

Figura 14 – Entidade legal responsável pela cobrança dos serviços prestados (a) e uso de recursos gerados no laboratório para remuneração da equipe (b) por região



Fonte: elaborada pela autora

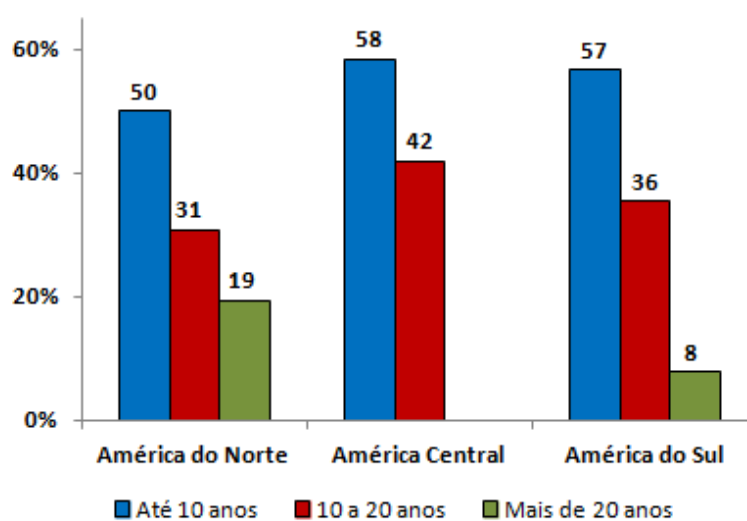
Nestes casos, a gestão financeira é normalmente feita pelo próprio laboratório, que consegue utilizar mais facilmente os recursos gerados para remuneração de pessoal e para aquisições diversas, sem a burocracia e a morosidade envolvidas com concursos, licitações ou aquisições centralizadas. O uso de recursos gerados no laboratório (Fig. 14b), para remuneração da equipe, também sofre impacto significativo da região ( $p = 0,015$ ). Ao contrário do que seria esperado, a região que menos usa este recurso é a América do Norte. Os recursos advindos da prestação de serviços permitem a alocação de pessoal para atender o SGQ sem depender exclusivamente da instituição.

### 5.2.2 Características relacionadas à acreditação

Nesta seção, os laboratórios de IES acreditados são caracterizados quanto ao tempo de acreditação, à motivação e à fonte de recursos para acreditação, às principais dificuldades e aos principais facilitadores encontrados durante a implantação e a manutenção do SGQ e os principais benefícios obtidos com a acreditação. Também foi pesquisado se o laboratório obteve ajuda externa durante o processo, em que área e quem forneceu, e se os periódicos em que publicam exigem rastreabilidade ou a garantia de qualidade dos resultados. De acordo com o teste do qui-quadrado, não há evidências estatísticas, com 95% de significância, de que a região apresente impacto sobre as respostas a estas questões.

Os dados da Figura 15 sobre o tempo de acreditação dos laboratórios, por região, confirmam o aumento no número de laboratórios acreditados, que vem sendo observado no mundo, nos últimos 10 anos (Fig. 2). Um fato que chama a atenção é que a América do Norte possui uma quantidade expressiva de laboratórios acreditados há mais de 20 anos, sendo que os mais antigos se encontram nos Estados Unidos.

Figura 15 – Tempo de acreditação dos laboratórios por região



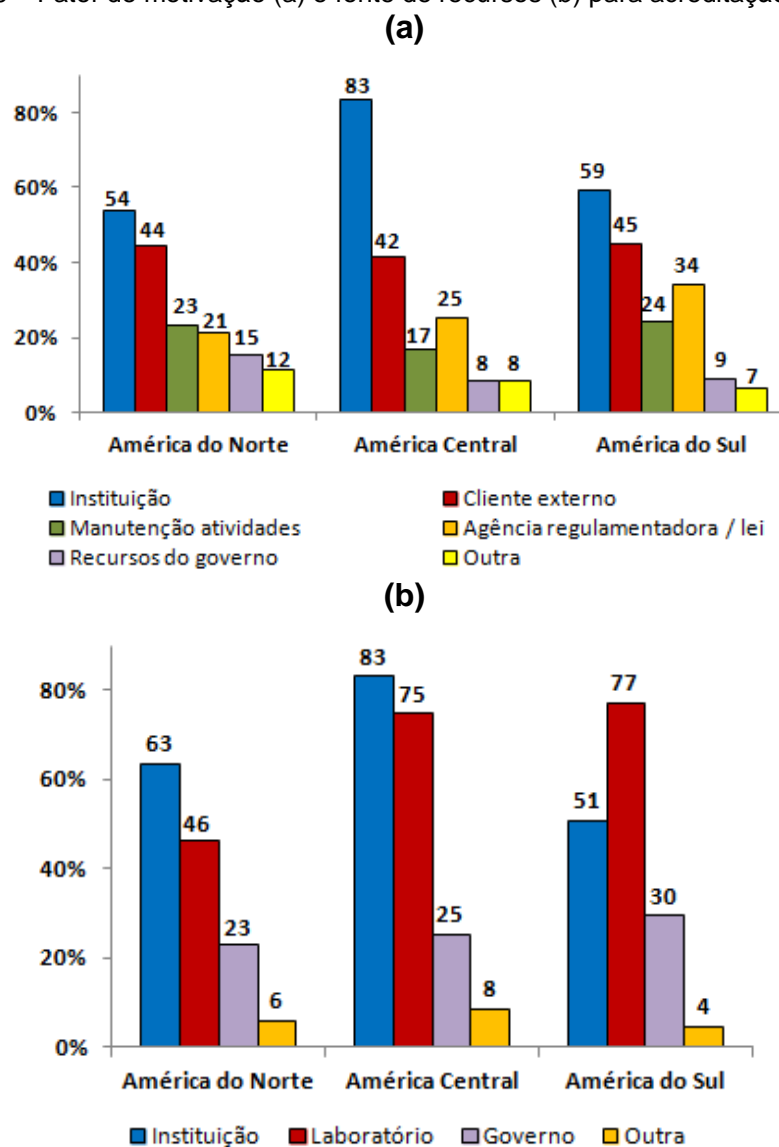
Fonte: elaborada pela autora

Nos Estados Unidos, dois laboratórios acreditados na década de 70 atuam na área de saúde ambiental, dois na década de 80 são da área de radiação e dosimetria

e o outro, também na década de 80, da área de toxicologia humana. No México, os quatro laboratórios mais antigos foram acreditados na década de 90 e atuam em áreas diversas como metrologia, saúde animal e química. Na América do Sul, os laboratórios acreditados há mais tempo se encontram no Brasil, sendo o mais antigo do final da década de 80, na área de ensaios mecânicos. Os demais, acreditados no início dos anos 90, atuam principalmente na área de metrologia.

A Figura 16 mostra o fator de motivação (a) e a fonte de recursos (b) para realização da acreditação, por região. Verifica-se que a decisão institucional aparece como o principal fator para motivação na busca pela acreditação.

Figura 16 – Fator de motivação (a) e fonte de recursos (b) para acreditação por região



Fonte: elaborada pela autora

A decisão institucional como fonte impulsora tem sido apontada na literatura [11,83], em relatos de laboratórios que buscaram a acreditação para melhorar a organização interna, demonstrar melhor qualidade do trabalho [30], assegurar a confiabilidade dos resultados [21] ou ainda aumentar a possibilidade de participar de projetos e estabelecer contratos [30]. Porém, somando as respostas correspondentes ao cliente externo e à agência regulamentadora/lei, observa-se que este valor supera a instituição no caso das Américas do Norte e do Sul. A manutenção das atividades do laboratório é citada, em média, por 1/5 dos laboratórios, o que evidencia a expectativa de aumento de recursos com a acreditação. Embora o ingresso de recursos do governo tenha contribuído para a motivação de aproximadamente 10% dos entrevistados para esta pesquisa (Fig. 16a), esta fonte foi mencionada em média por cerca de 25% dos laboratórios (Fig. 16b). Motivações citadas na categoria outra, com foco no mercado, foram a busca por reconhecimento externo (4 indicações), a melhoria da imagem (1) e o aumento da competitividade (1). Em relação à atuação interna, foi mencionada a agregação de qualidade às atividades do laboratório (4) e de confiabilidade (1) e de robustez (1) às pesquisas. Também foram citadas a educação (1) e a ocorrência de jogos olímpicos no país (no caso de laboratório dos Estados Unidos). A instituição e o laboratório aparecem indicados como as maiores fontes de recursos para a acreditação (Fig. 16b), embora em proporções variadas conforme a região. No Brasil, na categoria de recursos do governo, são citados o projeto SIBRATEC (6 laboratórios), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) (2), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (2), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (1), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (1) e a Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do RS (1), além de projetos específicos nas áreas de saúde (2), agricultura (1) e biocombustíveis (1). Nos demais países são indicados diversos órgãos e agências governamentais. Na categoria de outras fontes foram mencionados recursos obtidos através de entidades internacionais (3), de projetos (3) e de convênios (2), de entidades de classe (1) e recursos extraordinários não descritos (1).

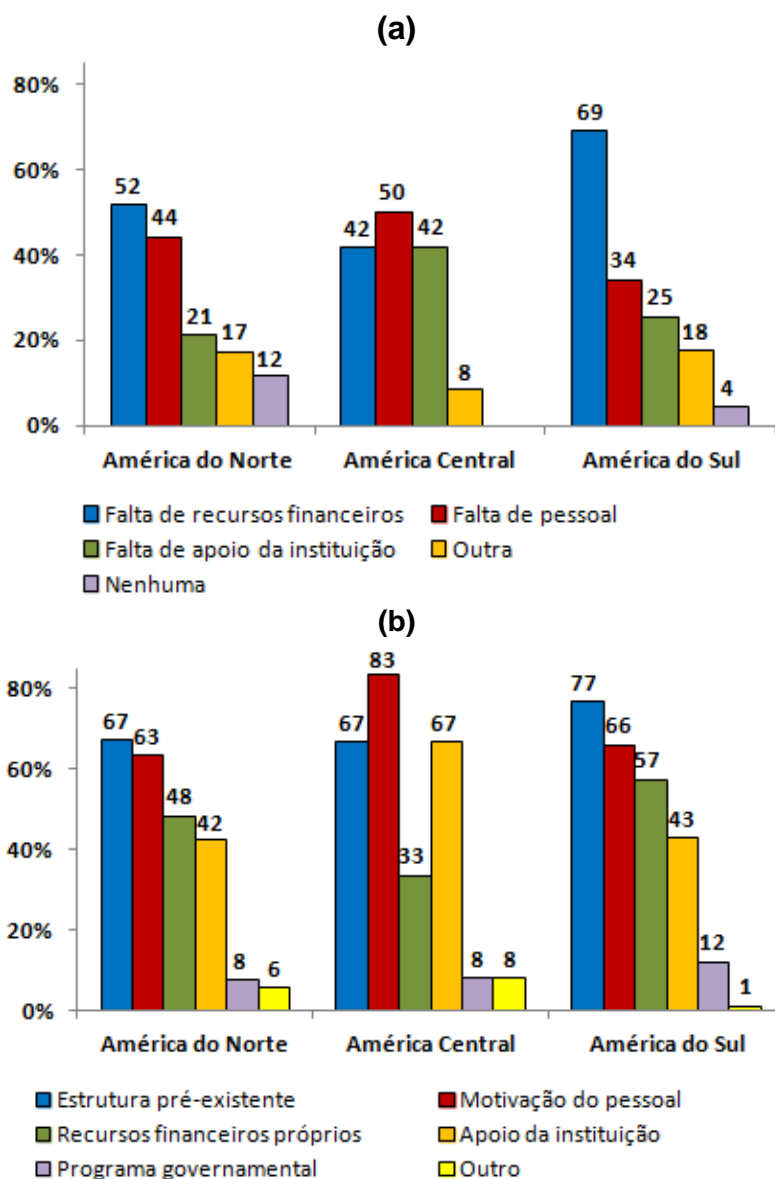
As diversidades regionais e institucionais dificultam elencar previamente todos os diferentes tipos de dificuldades enfrentados pelos laboratórios na busca pela acreditação. Apenas 3 opções foram disponibilizadas no questionário, com base na

experiência da autora e em relatos da literatura [10,30,83], por isso esta questão apresentou altos índices de escolha da opção outra. Apesar disto, entre as principais dificuldades observadas nas três regiões encontram-se a falta de recursos financeiros e a falta de pessoal, o que não é nenhuma novidade, principalmente se tratando de IES. Na América Central, a proporção de laboratórios que indicaram a falta de apoio da instituição foi da ordem de 42%, porém para 83% a decisão institucional foi um fator de motivação para a acreditação, e para 67% o apoio da instituição foi um facilitador. Nas outras duas regiões, mais da metade dos laboratórios indicou que houve participação da instituição na motivação pela busca da acreditação. Nestes casos, a percentagem dos laboratórios que consideraram que o apoio da instituição facilitou o processo, também citado na literatura por Lopes *et al.* [13] e Jornada *et al.* [85], foi praticamente o dobro dos que indicaram que a falta deste apoio atuou como elemento dificultador. Não foram reportadas dificuldades por 6 laboratórios (12%) da América do Norte e 4 laboratórios (4%) da América do Sul. Entre os que marcaram outra opção, 27% relataram falta de comprometimento de pessoal, 23%, falta de conhecimento ou experiência com a ISO/IEC 17025 e 19% mencionaram a burocracia no uso de recursos, neste caso, a maioria no Brasil. Entre outras respostas com menor quantidade de indicações podem ser citadas questões relacionadas às instalações, ao treinamento e à rotatividade de pessoal e à necessidade de conciliar as diversas atividades do laboratório.

A Figura 17 mostra as principais dificuldades (a) e os principais facilitadores (b) encontrados durante a implantação e a manutenção do SGQ, por região. Quanto à forma como os laboratórios superaram as dificuldades, num total de 111 respostas, aproximadamente a metade (48) mencionou ações para resolver a questão financeira da acreditação. Entre as ações citadas, pode-se elencar o uso de recursos próprios, a busca por recursos através de projetos de pesquisa, extensão, programas de órgão de fomento, outros tipos de financiamento, a busca por novos clientes e mercados, e a oferta de outros serviços pelo laboratório, como consultorias e capacitações. Diversos laboratórios indicaram ainda o controle, a otimização ou o remanejamento de recursos. Nas questões relacionadas à pessoal, as ações desenvolvidas se referem a contratações, ao treinamento e à capacitação da equipe, à utilização de consultoria especializada e à presença de alunos. Também foi relatada a necessidade de empenho e dedicação da equipe, bem como de reorganizações internas com

relação a tarefas. Diversos laboratórios mencionaram a necessidade de investir em planejamento e autogestão, de otimizar seus serviços e de melhorar a sua organização interna.

Figura 17 – Principais dificuldades (a) e principais facilitadores (b) encontrados durante a implantação e a manutenção do SGQ, por região



Fonte: elaborada pela autora

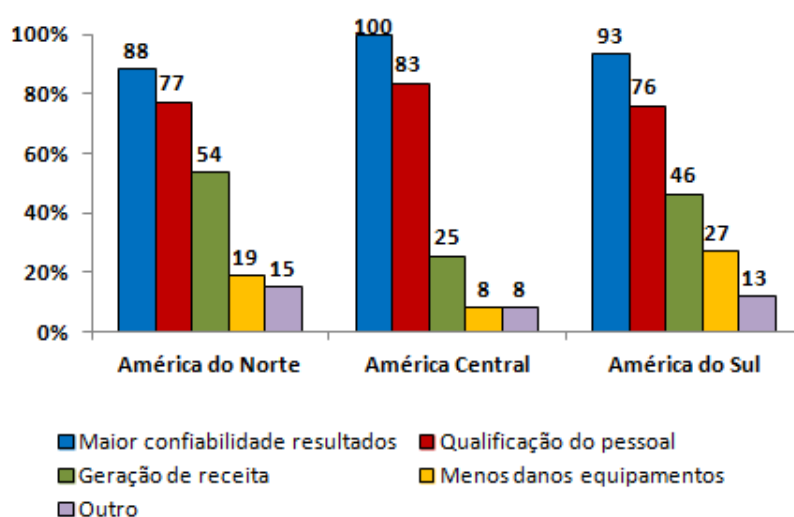
Alguns laboratórios responderam ainda, que “A superação é uma questão de prioridade. Se precisa ser feito, que seja feito.”, se encontram “Trabalhando duro para alcançar o objetivo.”, que, “Não (No) se supera, se sobrevive.”, e “Ainda trabalhando nisto” (“*Still working on it*”).



A estrutura já existente nos laboratórios e a motivação do pessoal foram consideradas principais facilitadoras do processo de implantação e manutenção do SGQ. Por se tratarem de laboratórios de IES, em grande parte utilizados para pesquisa (Fig. 11a), já era esperado que contassem com uma boa infraestrutura. Embora a falta de pessoal tenha sido apontada como uma dificuldade (Fig. 17a), a sua motivação foi considerada um facilitador por mais de 2/3 dos respondentes. Também o uso de recursos próprios, já identificado anteriormente (Fig. 16b), foi apontado como um importante facilitador do processo. Embora em média 25% dos laboratórios tenha mencionado o uso de recursos do governo, apenas 10% considerou este recurso como facilitador do processo. Na categoria outros facilitadores, foram indicados o uso de recursos internacionais (2 respondentes), também citado em literatura [11,13,30], o treinamento de pessoal (2) e, com uma indicação cada, o reconhecimento prévio obtido com a certificação ISO 9001 e a contratação de uma equipe qualificada.

Os principais benefícios obtidos com a acreditação por região, mostrados na Figura 18, indicados pelos laboratórios e relatados na literatura [9,10,12,30,83], foram a maior confiabilidade dos resultados e a melhor qualificação de pessoal. Esta percepção é condizente com o fato de se tratarem de laboratórios de instituições voltadas essencialmente à pesquisa e ao ensino e que valorizam estas questões.

Figura 18 – Principais benefícios obtidos com a acreditação por região

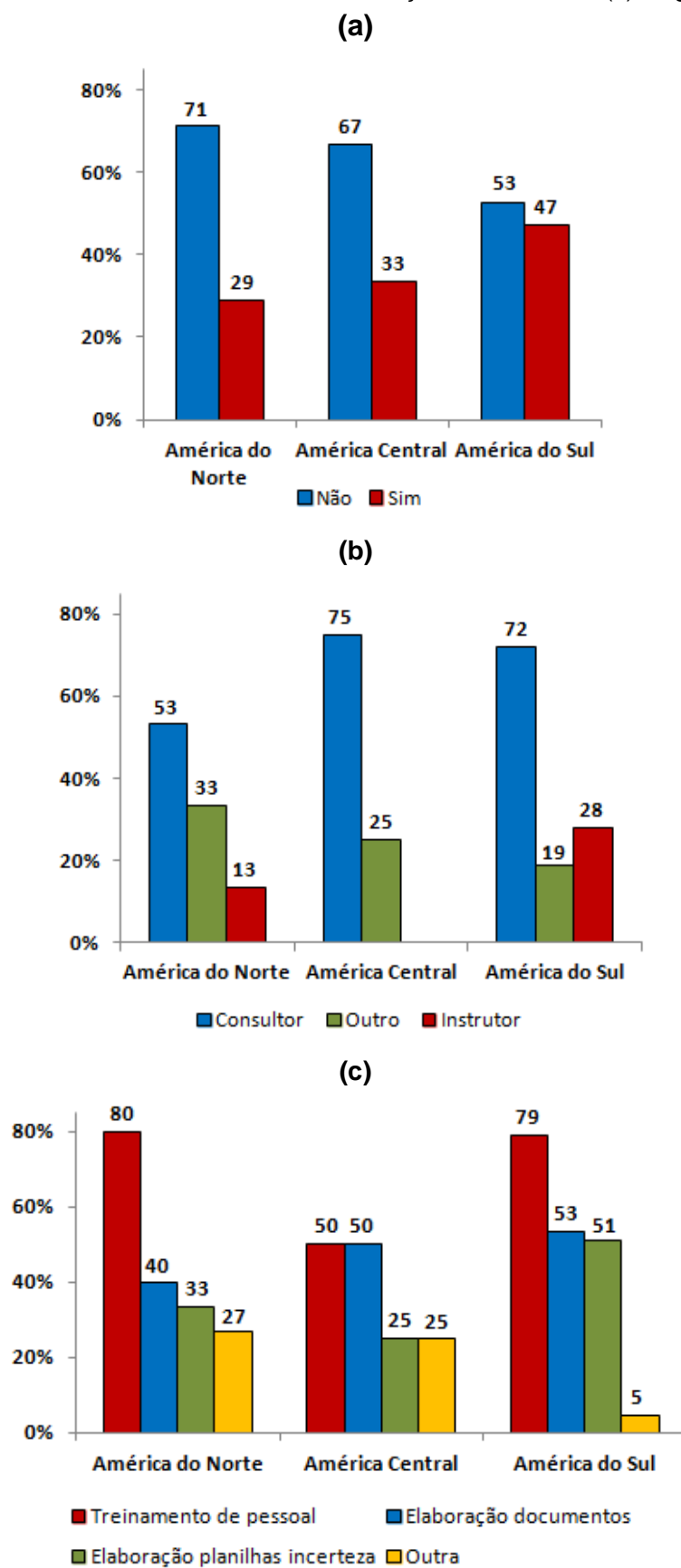


Fonte: elaborada pela autora

A geração de receita aparece em terceiro lugar, tendo viabilizado a manutenção das atividades de pesquisa em 2 dos laboratórios pesquisados. Na literatura, isto foi observado através do aumento do número de ensaios, serviços e/ou contratos [9,10,11,13] ou ainda do aumento do número de clientes externos [10,11]. Ainda que com menor percentagem, a menção a menos danos causados em equipamentos, também percebido por Grochau *et al.* [10] e Iacob [83], mostra que o atendimento aos requisitos da norma ISO/IEC 17025, principalmente no que se refere à autorização, capacitação e treinamento de pessoal para uso de equipamento, normalmente não praticado em IES, tem consequência positiva. Entre outros benefícios, alguns dos quais também observados em relatos de literatura, foram citados ainda a conquista de credibilidade e visibilidade externas [13,83], de diferencial competitivo e de reconhecimento junto à comunidade universitária; a melhoria na organização interna e nos processos [83]; a introdução de conceitos e da cultura da qualidade [30]; o aumento do moral da equipe, da qualidade das aulas ministradas no laboratório [9,12,30] e da satisfação dos clientes [10].

Quanto à existência de ajuda ou auxílio externo na acreditação dos laboratórios, à origem e à área, conforme pode ser visto na Figura 19 (a, b e c, respectivamente), a maioria dos entrevistados respondeu à pesquisa que não obteve ajuda externa. Entre os laboratórios que receberam auxílio, este foi dado por consultor na maioria dos casos, o que também é relatado em literatura [10,13,83,85]. A presença de instrutor ocorreu em 13% dos laboratórios da América do Norte e em 28% dos laboratórios da América do Sul. Na categoria outros foram mencionados avaliadores externos (4 laboratórios), órgãos acreditadores (3), setores vinculados à instituição (4) e outras organizações (4). Embora visualmente perceptível (Fig. 19c), não há evidências significativas do impacto da região sobre as áreas em que os laboratórios receberam apoio. Observa-se que o apoio foi dado em primeiro lugar para treinamento de pessoal [11,85], seguido pela elaboração de documentos [11,13] e de planilhas de incerteza. Na categoria outros foi mencionada ajuda na implementação de todo o sistema (2 laboratórios), realização de auditorias internas (2), com o processo de acreditação (2) e com treinamento técnico na área do ensaio (1), este também citado por Lopes *et al.* [13] e Vajda *et al.* [30].

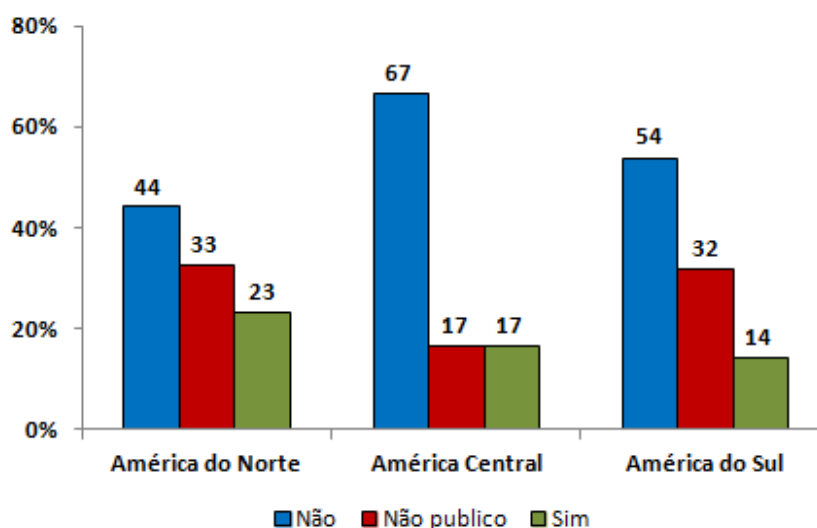
Figura 19 – Existência de auxílio externo na acreditação do laboratório (a), origem (b) e área (c)



Fonte: elaborada pela autora

Quanto à rastreabilidade ou à garantia da qualidade dos resultados dos laboratórios (Figura 20), na maioria dos casos, nas três regiões estudadas, os periódicos não fazem qualquer exigência. Cerca de 1/3 dos entrevistados das Américas do Norte e do Sul indicaram que não publicam, o que é confirmado pelo fato de que respectivamente 56% e 65% dos laboratórios destas regiões estão envolvidos com pesquisa (Fig. 11a). Já na América Central, aparentemente todos os envolvidos com pesquisa (83%) publicam. Entre os periódicos que fazem alguma exigência quanto à publicação, foram citados os seguintes: Fuel (Elsevier) e outros do gênero, Talanta (Elsevier), Journal of the Brazilian Chemical Society (SBQ), Journal of Chemometrics (Wiley), Analytica Chimica Acta (Elsevier), Food Control (Elsevier), International Journal of Food Contamination (Springer) e Journal of Agricultural and Food Chemistry (ACS).

Figura 20 – Exigência de rastreabilidade ou garantia de qualidade dos resultados por parte de periódicos, por região



Fonte: elaborada pela autora

A presença de cliente externo é uma característica comum a quase todos os laboratórios de IES acreditados que participaram desta pesquisa. A importância deste fato é confirmada pelo percentual relacionado ao cliente externo e à manutenção das atividades, na questão sobre a motivação (Fig. 16a), e à geração de receitas, percebida como benefício da acreditação (Fig. 18). Mesmo considerando que muitos laboratórios de IES já tenham infraestrutura preexistente e pessoal motivado (Fig.

17b), o custo da acreditação ainda é uma grande dificuldade (Fig. 17a). Os laboratórios necessitam dos recursos gerados através da prestação destes serviços externos (Fig. 17b) e não parece ser viável, atualmente, para laboratórios de IES que não atendam a clientes externos, buscar e/ou manter acreditação. Uma forma de minimizar estes custos é a gestão compartilhada do SGQ, que poderá ser mais usada a medida que os laboratórios de uma mesma instituição unirem seus interesses e esforços.

Como conclusões, verifica-se que, de um modo geral, os resultados obtidos com esta pesquisa confirmam as constatações relatadas na literatura e percebidas na prática e que atualmente não é viável, para laboratórios de IES que não atendam a clientes externos, buscar e/ou manter acreditação.

### **5.3 IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS AGENTES ENVOLVIDOS**

Nesta seção são identificados e caracterizados os agentes que atuam, direta ou indiretamente, no processo de acreditação de laboratórios. Sua abrangência é limitada àqueles que apresentam funções ou atividades relacionadas com as ações propostas nesta tese. Os agentes são classificados em 5 classes e citados exemplos em cada uma delas.

#### **5.3.1 Organismos de sistematização e formalização de demandas**

De acordo com Pizzolato [86], no contexto de uma estrutura que fornece confiança às medições, os organismos do que considera a subestrutura 1 tem a função de entender as demandas de produtos e serviços, provenientes de políticas nacionais, da proteção ao meio ambiente e ao cidadão, do comércio exterior e das questões relativas à competitividade e à inovação. As especificações demandadas são então sistematizadas e formalizadas através da elaboração e da aplicação de normas, regulamentos, portarias, etc. Em nível nacional, fazem parte desta categoria, entre outros, os diversos ministérios (p.ex. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA e Ministério da Educação – MEC), as agências reguladoras (como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e o INMETRO, este último

considerando as suas atribuições referentes a esta categoria. A nível estadual estão incluídas as respectivas secretarias e os órgãos reguladores de cada área, nos seus respectivos estados de atuação. Órgão da administração federal direta, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) foi criado em 1985 através do Decreto 91.146 [87] para atuar como órgão central do sistema federal de ciência e tecnologia. Ao longo dos anos sofreu várias alterações até a incorporação do Ministério das Comunicações em 2016. Atualmente tem como competência os assuntos reportados como:

[...] política nacional de pesquisa científica, tecnológica e inovação; planejamento, coordenação, supervisão e controle das atividades da ciência e tecnologia; política de desenvolvimento de informática e automação; política nacional de biossegurança; política espacial; política nuclear e controle da exportação de bens e serviços sensíveis”. [88].

É também responsável pela coordenação dos programas e ações da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. No âmbito do assunto desta tese, o MCTIC considera que: “a existência de moderna e eficiente infraestrutura de pesquisa e de serviços tecnológicos é elemento meio para a constituição do Sistema Nacional de Inovação, para o avanço do conhecimento e da competitividade da economia brasileira” [89] e que “as instalações e equipamentos laboratoriais localizados em instituições de pesquisa e serviços tecnológicos públicos ou privados, devem operar em condições satisfatórias e em arranjos institucionais adequados”. Também assume que o poder público tem o papel de assegurar estas condições, através de financiamento, o que é reforçado com a recomendação de incrementar investimentos [90], com o compromisso em consolidar as Redes SIBRATEC e com a ampliação e modernização da infraestrutura das instituições de pesquisa públicas e privadas [91]. Isto corrobora com o fato de que a acreditação de laboratórios de instituições de ensino superior e de institutos de pesquisa é um fator importante para a qualificação da base laboratorial do país.

Também órgão da administração federal direta, o Ministério da Educação (MEC) foi criado em 1930 como Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública e, após várias alterações ao longo dos anos, passou a ser responsável somente pela área da educação em 1995 [92]. Ao MEC, com relação à sua área de atuação, compete:

[...] a política nacional de educação; a educação infantil; a educação em geral, compreendendo ensino fundamental, ensino médio, educação superior, educação de jovens e adultos, educação profissional e tecnológica, educação especial e educação à distância, exceto ensino militar; a avaliação, a informação e a pesquisa educacionais; a pesquisa e a extensão universitárias; o magistério e a assistência financeira a famílias carentes para a escolarização de seus filhos ou dependentes.

Em relação ao tema desta tese, o MEC atua no sentido de estabelecer políticas que possam estimular a difusão do conhecimento da metrologia em todos os níveis.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), foi criado originalmente em 1860 por Dom Pedro II como Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas [93], e após algumas alterações, em 2001 recebeu a denominação atual. Tem como missão “promover o desenvolvimento sustentável da agropecuária e a segurança e competitividade de seus produtos” [94]. No contexto desta tese, o MAPA atua estabelecendo normativas que asseguram a promoção da segurança alimentar. A partir de julho de 2014, passou a vincular o credenciamento dos laboratórios que atendem à sua área de atuação à acreditação dos mesmos junto ao INMETRO [95].

As agências reguladoras, em moldes semelhantes aos dos ministérios, atuam no âmbito das ações através da divulgação de requisitos para atendimento, com qualidade, de suas determinações. Por exemplo, a ANP, considerando que todo biodiesel comercializado no país deve atender às especificações estabelecidas em sua regulamentação vigente, estabeleceu que, a partir de 1º de janeiro de 2015, os laboratórios que realizam ensaios de Certificação de Biodiesel sejam Acreditados junto ao INMETRO [96]. A ANVISA passou também a exigir a acreditação de laboratórios analíticos que atuam na área da saúde, através da publicação da resolução RDC nº 12 de 2012 [97].

### **5.3.2 Organismos de avaliação da conformidade**

Os organismos da subestrutura 2, proposta por Pizzolato [86], tem a função de garantir que os produtos e serviços fornecidos estão de acordo com as especificações descritas em normas e procedimentos, através da avaliação da conformidade. Nesta

categoria estão o INMETRO (através da CGCRE), atuando a nível nacional e as RME, a nível estadual, executando atividades de acreditação e/ou reconhecimento da competência de laboratórios de ensaio e calibração de acordo com a norma ISO/IEC 17025.

Considerando ainda que a verificação da conformidade pode ter um viés relacionado à função de assegurar o cumprimento de normas, a Secretaria da Receita Federal do Brasil pode ser enquadrada nesta categoria. Como órgão subordinado ao Ministério da Fazenda atua, no âmbito desta tese, na gestão e execução dos serviços de administração, fiscalização e controle aduaneiro, sendo responsável pela interpretação, aplicação e elaboração de propostas para o aperfeiçoamento da legislação tributária e aduaneira federal [98].

### **5.3.3 Organismos de fornecimento de produtos e serviços**

Ainda com base no trabalho de Pizzolato [86], a subestrutura responsável por fornecer produtos e serviços que atendam aos requisitos, assegurando confiabilidade às medições, é constituída pelo conjunto de laboratórios de ensaio e calibração acreditados no país.

Nesta categoria foram adicionalmente incluídas as diversas entidades relacionadas aos laboratórios, como as instituições aos quais estão vinculados e as diversas entidades que fornecem apoio a estas instituições, interna (pró-reitoria de pesquisa e extensão, direção, departamentos) ou externamente (fundações de apoio).

### **5.3.4 Organismos de financiamento**

Nesta categoria são considerados os organismos nacionais responsáveis pelo financiamento de pesquisa científica e tecnológica, como a FINEP, a CAPES e o CNPq e estaduais como as Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs). Também podem ser consideradas nesta seção, agências internacionais como a IAEA.

### **5.3.5 Organismos de apoio à divulgação do conhecimento**

Nesta categoria se encontram os organismos internacionais e nacionais cuja função é promover a divulgação do conhecimento científico, tal como as sociedades científicas, as editoras de periódicos, e as organizações promotoras de congressos e eventos, entre outras.



Conclui-se que é importante conhecer os agentes e suas funções para que os mesmos possam atuar nas ações propostas no âmbito desta tese, ou em outras futuramente identificadas.

#### **5.4 IDENTIFICAÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS**

Com base na literatura, nos dados obtidos através dos questionários e na experiência prática da autora, foram identificadas as principais dificuldades encontradas durante a implantação de SGQ e a acreditação de laboratórios em IES. Para várias destas dificuldades são propostas e descritas ações que tem como objetivo minimizá-las. De forma a facilitar a visualização e o entendimento, as ações são também apresentadas, de forma resumida, na Tabela 7.

##### **5.4.1 Ações relacionadas a custos**

A grande diversidade na atuação de laboratórios de IES, em suas instalações, equipamentos e equipes, torna a estimativa do custo para a implantação e manutenção de um SGQ e acreditação uma tarefa complexa. Algumas tentativas de estimar o custo envolvido com o processo foram feitas por Bender, Pizzolato e Albano [99] e por Hullihen, Fitzsimmons e Fisch [100].

De uma maneira geral os custos são altos, por isso a falta de recursos foi a principal dificuldade apontada por laboratórios de IES acreditados (Fig. 17a). Isto faz com que, além de inviabilizar a acreditação para muitos laboratórios, alguns não conseguem mantê-la. Este foi o caso do Laboratório de Metrologia Dinâmica da UNB [8], do Laboratório de Pressão e Temperatura do Instituto Tecnológico da PUC do Rio de Janeiro [101] e do Laboratório de Radioisótopos do CENA-USP [11], acreditados na CGCRE. Também o Centro de Ecologia da UFRGS, pioneiro nesta universidade ao conquistar o reconhecimento junto à RMRS [102], não conseguiu manter seu sistema devido à falta de recursos e também ao desconhecimento e à resistência por parte do quadro docente e discente.

Na Tabela 7 são sugeridas algumas ações para obtenção ou otimização de recursos, de forma a viabilizar a acreditação e sua manutenção em laboratórios de IES.

Tabela 7 – Ações propostas, problemas atendidos, agentes envolvidos e comentários

<b>Ação proposta</b>	<b>Problema atendido</b>	<b>Agentes envolvidos</b>	<b>Comentários (viabilidade, prazo, dificuldade execução)</b>
Usar recursos de projetos de pesquisa para gastos relacionados à acreditação	Falta de recursos financeiros	MCTI, FINEP e instituição	Já discutida com MCTI e FINEP, de fácil encaminhamento. Implementação depende da agilidade da FINEP.
Considerar a acreditação dos laboratórios para fins de pontuação em projetos de pesquisa	Falta de recursos financeiros Motivação de pessoal	MCTI, FINEP e instituição	Já discutida com MCTI e FINEP, de fácil encaminhamento. Implementação depende da agilidade da FINEP.
Manifestar interesse na formalização das Redes SIBRATEC e no lançamento de outros Editais com recursos para acreditação em IES	Falta de recursos financeiros	MCTI, FINEP e instituição	Fácil encaminhamento. Implementação depende da agilidade da FINEP e de recursos do MCTI.
Estabelecer convênios com órgãos de reconhecimento ou de acreditação e IES para apoio	Alto custo Falta de recursos financeiros Qualificação de pessoal	RME, CGCRE e instituição	Fácil de implementar. Demanda interesse da instituição e de alocação de pessoa para a formalização.
Monitorar e divulgar programas internacionais com recursos para acreditação	Falta de recursos financeiros	Laboratório, órgãos de apoio da instituição	Fácil de implementar desde que haja interesse do laboratório ou da instituição. Exige monitoramento contínuo.
Elaborar e divulgar banco de dados de laboratórios com área de atuação, responsáveis e a oferta de serviços	Falta de recursos financeiros Qualificação de pessoal	Laboratório, órgãos de apoio da instituição	Fácil de implementar desde que haja interesse do laboratório ou da instituição. Ações derivadas irão demandar organização e interesse das instituições envolvidas.
Criar estrutura centralizada para a gestão da qualidade	Alto custo e Falta de pessoal Qualificação de pessoal Falta de conhecimento / experiência na ISO/IEC 17025	Instituição e laboratório	Demanda decisão estratégica da instituição ou interesse do laboratório ou departamento. Pode envolver outros órgãos de apoio da instituição. Mais fácil de implementar em IES privadas.
Contratar pessoal com recursos gerados pelo laboratório	Falta de pessoal	Laboratório e fundação de apoio à instituição	Fácil de implementar, porém depende dos recursos gerados no laboratório.
Realizar trabalhos de pesquisa (TCC, mestrado e doutorado) na área da qualidade, dentro de laboratórios de ensaio	Alto custo Falta de recursos financeiros Falta de pessoal Qualificação de pessoal	Laboratório	Fácil de implementar, depende de interesse e eventual orientação de alguém da área da qualidade.
Incluir disciplina regular, com conteúdo de metrologia e SGQ, em cursos de graduação	Falta de conhecimento e de experiência na ISO/IEC 17025	Instituição	Não muito fácil de implementar, exige decisão institucional e alocação de professor qualificado.

Incluir tópico específico sobre metrologia e SGQ em congressos científicos nacionais e internacionais	Qualificação de pessoal Falta de conhecimento e de experiência na ISO/IEC 17025	Organizadores de eventos, laboratório	Pode ser difícil de implementar devido à resistência ou ao desconhecimento sobre o assunto dos envolvidos.
Criar fóruns de discussão em mídias eletrônicas	Qualificação de pessoal Falta de conhecimento e de experiência na ISO/IEC 17025	Laboratório	Fácil de implementar, demanda interesse do laboratório e consulta contínua.
Considerar nº de laboratórios acreditados como indicador em avaliação institucional.	Motivação de pessoal	MEC, MCTI e instituição	Difícil de implementar em IES públicas. Em IES privadas, depende de decisão estratégica da alta direção. Para surtir efeito prático, deve envolver ações por parte do MEC e do MCTI.
Considerar a participação da equipe no SGQ para fins de plano de carreira e avaliação de desempenho	Motivação de pessoal	Instituição	Difícil de implementar em IES públicas. Em IES privadas, depende de decisão estratégica da alta direção.
Complementar remuneração da equipe com recursos gerados no laboratório	Motivação de pessoal	Laboratório, fundação de apoio à instituição	Fácil de implementar, porém depende dos recursos gerados pelos laboratórios.
Aumentar exigência de acreditação de laboratórios em áreas estratégicas	Motivação de pessoal	Ministérios, agências reguladoras, instituição, laboratório	Tendência de aumento natural, porém mobilização por parte das instituições e laboratórios pode acelerar o processo.
Criar banco de dados para aquisições com liberação prévia na alfândega e isenção de impostos	Burocracia nas aquisições Custo / demora recebimento de materiais Dificuldade de participação em programas de comparação interlaboratoriais internacionais e aquisição de padrões	Ministérios, Receita federal, agências reguladoras, instituição e seus órgãos de apoio, laboratório	Difícil implementação, pois envolve trabalho coletivo e adequação de política pública.
Criar um modelo mais eficiente para aquisições para IES e IP	Idem anterior	Idem anterior	Idem anterior
Exigir comprovação de utilização de mecanismos de garantia da qualidade em pesquisas para sua publicação	Motivação de pessoal Qualificação de pesquisas científicas	Editores, avaliadores de publicações, entidades que utilizam dados das publicações, pesquisadores	Depende de mobilização e interesse dos envolvidos.
Incluir conquista de acreditação de laboratórios em planejamento estratégicos da instituição	Motivação de pessoal Envolvimento da alta direção	Instituição, laboratório	Difícil de implementar em IES públicas. No caso de IES privadas depende de decisão estratégica da alta direção.

O uso de recursos de projetos de pesquisa para gastos relacionados à acreditação (calibração de equipamentos, participação em programas interlaboratoriais, aquisição de materiais de referência certificados, treinamento de pessoal) foi discutida em reunião realizada em junho de 2016, no Rio de Janeiro, com a presença de Edgar Rocca, representante da Finep e Cristina Uechi, representante do MCTI e coordenadora do SIBRATEC. Segundo eles, não existe impeditivo em relação a isto, bastando descrever esta possibilidade claramente no Edital. Adicionalmente, é necessário comunicar aos avaliadores de projetos de pesquisa sobre esta adição. Na mesma ocasião foi apresentada a sugestão de considerar, para fins de pontuação nestes mesmos projetos, a acreditação ou o reconhecimento dos laboratórios, de acordo com a ISO/IEC 17025, como forma de estímulo para os pesquisadores em geral. Esta sugestão também foi considerada positivamente. Para viabilizar estas duas ações é necessário o envio de uma carta por parte das instituições, endereçada à FINEP e ao MCTI, com estas solicitações.

A chamada pública MCT/FINEP [82] alocou recursos para a acreditação de diversos laboratórios de ICTs no país, através da formação das Redes SIBRATEC de Prestação de Serviços Tecnológicos. Entre os partícipes das diversas redes estruturadas, estão laboratórios de 12 universidades, 7 deles federais [82]. Foi constatado, pelo INMETRO, um aumento de 7% no número de laboratórios das Redes SIBRATEC acreditados no período de novembro de 2009 a novembro de 2011 [103]. Uma avaliação apresentada em 2015 [104] considera ainda que “... as Redes são essenciais e fundamentais por: disseminar a cultura da qualidade nos laboratórios; promover a oferta de serviços tecnológicos acreditados e aumentar o portfólio de serviços tecnológicos...”, entre outros benefícios. Além disso, aponta como sugestão e recomendação “elaborar subprojetos para as universidades: prestação de serviços tecnológicos ou pesquisa e implantação de novos métodos e desenvolvimento de produtos”. A intenção do MCTI em formalizar e institucionalizar estas redes foi comentado por Cristina Uechi na reunião em junho 2016, no Rio de Janeiro. Com base nestas constatações, a manifestação de interesse, por parte das universidades, para que novos recursos sejam disponibilizados através deste ou de outros Editais é considerada uma ação que pode contribuir significativamente com o aumento da acreditação de laboratórios de IES.

O apoio de órgãos de reconhecimento (RME) ou de acreditação (CGCRE) pode viabilizar recursos para algumas atividades relacionadas à acreditação. Segundo Filipe Albano, gerente da qualidade da RMRS e professor da Engenharia de Produção da PUCRS, em 2014 foi estabelecido um convênio de extensão entre estas duas instituições, de forma a ofertar cursos, na área de qualidade, com valores diferenciados para a comunidade acadêmica. A participação nestes cursos pode ser utilizada como crédito complementar na graduação da universidade. Também em moldes semelhantes foi estabelecido um convênio desde 2007, através de um termo de cessão de espaço, entre a RMRS e a UCS. Adicionalmente, o INMETRO doou materiais de referência e forneceu auxílio em ensaios de proficiência e realizou capacitações para participantes de Redes SIBRATEC [103].

Como mencionado na revisão bibliográfica, a IAEA [29,105,106] disponibiliza recursos para laboratórios da área de energia atômica buscar acreditação. O monitoramento e a divulgação deste e de outros programas internacionais e nacionais com recursos para fins de melhoria da qualidade dos laboratórios pode ser feita por especialistas nas diversas áreas de atuação dos laboratórios ou ainda pode ser coordenada por algum órgão da instituição, como biblioteca, pró-reitoria de pesquisa, secretaria de desenvolvimento tecnológico ou similar.

A elaboração de banco de dados contendo os laboratórios, suas áreas de atuação, seus responsáveis ou contatos e a descrição da oferta de serviços, facilita o monitoramento e a divulgação de programas internacionais ou nacionais em busca de recursos para acreditação. Sua divulgação pode também facilitar a união de instituições com interesses em comum para que possam pleitear recursos junto ao governo ou a órgãos de financiamento. O cadastro pode ser criado com base na publicação organizada por De Negri e Squeff [107]. Adicionalmente, este banco de dados pode facilitar a divulgação e a participação em eventos promovidos pelas entidades envolvidas com a qualidade (RME, INMETRO, entre outros), como cursos ou reuniões temáticas e setoriais.

Um fator importante, que impacta em custo, é a manutenção da estrutura responsável pela gestão do SGQ. Como comentado anteriormente, cerca de 2/3 dos laboratórios que responderam à pesquisa (Fig. 13a) fazem esta gestão dentro do laboratório. Na prática, pode-se observar também que a gestão técnica já é realizada pela equipe permanente dos laboratórios de IES (professores e técnicos), que absorve

algumas atividades adicionais para atender aos requisitos da norma ISO/IEC 17025. Porém, as demais questões gerenciais do SGQ (requisitos do Capítulo 4 da norma) são desempenhadas frequentemente por consultor ou outro profissional alocado temporariamente durante o processo e que nem sempre continua no laboratório após a acreditação. Para minimizar o problema de custo relacionado a isto, sugere-se criar uma estrutura centralizada para a gestão da qualidade na instituição, conforme praticado em algumas universidades particulares como UCS [85] e Unisinos, no departamento, caso de alguns laboratórios da UFSM, ou ainda agrupando laboratórios por semelhança ou proximidade [10]. Uma estrutura centralizada permite também concentrar e aprofundar conhecimentos, promover sua divulgação e auxiliar outros laboratórios ou grupo de pesquisa da instituição em assuntos da área da qualidade [108]. Esta estrutura pode ser alocada, operar e ser financeiramente mantida de diversas formas [27,109-111], mas deve se adequar às características e às necessidades de cada instituição e laboratório. Algumas possibilidades incluem, mas não se limitam a órgãos da reitoria, como a pró-reitoria de extensão, a fundações de apoio, à faculdade, à unidade ou ao departamento ou ainda a um órgão de desenvolvimento tecnológico da instituição. De qualquer forma, esta estrutura deve incluir no mínimo um profissional com conhecimento prévio da norma e dos processos da universidade e que tenha condições de estabelecer boas relações com os laboratórios, para atuar como gerente da qualidade junto a estes. Adicionalmente, deve contar com outros profissionais que podem ser temporária ou definitivamente alocados nos laboratórios.

#### **5.4.2 Ações relacionadas a pessoal**

Em laboratórios de IES, a equipe é constituída por professores, pesquisadores, técnicos e alunos, cada um com seus objetivos e atividades, na maior parte do tempo envolvidos com ensino e pesquisa. A implantação de um SGQ permite uma definição mais clara das funções e responsabilidades, normalmente um problema neste tipo de ambiente, porém agrega atividades extras e muitas vezes, desconhecidas. As propostas de ações relacionadas à pessoal buscam minimizar os problemas de tamanho, qualificação e motivação da equipe envolvida com o SGQ.

A falta de pessoal foi apontada como uma das principais dificuldades no processo de acreditação (Fig. 17a). A centralização da gestão do SGQ, mencionada

na sessão anterior e a possibilidade de contratação de pessoal com recursos gerados pelo laboratório (Fig. 14b), são formas de reduzir este problema.

Alunos de graduação e de pós-graduação podem ser estimulados e orientados para desenvolverem seus trabalhos de conclusão de curso (TCC) [112,113], de mestrado [114] e de doutorado na área da qualidade, dentro de laboratórios de ensaio ou de calibração, envolvendo-se também nas atividades relacionadas ao SGQ do laboratório. Esta ação, que pode ser coordenada por uma área como engenharia de produção ou outro curso, permite alocar pessoal durante a implantação e a manutenção de um SGQ, estimula pesquisas na área, aumenta o conhecimento e a experiência prática dos alunos e forma profissionais melhor preparados.

A falta de conhecimento e de experiência com a ISO/IEC 17025 foi mencionada por diversos laboratórios participantes da pesquisa (5.2.2). Entre aqueles que receberam ajuda externa, a maioria realizou treinamento de pessoal (Fig. 19c). Em 1995, Bode [115] já alertava para a necessidade de educar alunos de universidades nos princípios relacionados à qualidade, que segundo Felber [116], não eram frequentemente ministrados nos cursos de química da época. Adicionalmente às ações de qualificação proporcionadas por cursos de curta duração, mencionadas em 5.4.1, sugere-se a inclusão de disciplina regular, com conteúdo de metrologia e sistemas da qualidade, em cursos de graduação (química, farmácia, engenharias, agronomia, veterinário e medicina, entre outros). Como exemplo da viabilidade desta ação, foi introduzida disciplina sobre metrologia em um programa de pós-graduação no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA) da USP [11].

Atualmente existem poucas publicações ou eventos que possibilitem a divulgação de conhecimento e a troca de experiência na área. Esta carência pode ser percebida através da grande participação na pesquisa realizada e da manifestação de interesse dos diversos laboratórios sobre o assunto, dos questionamentos feitos durante a participação da autora em dois congressos da área e do contato efetuado com representantes do MCTI e da FINEP no Rio de Janeiro. Neste aspecto, a criação de fóruns de discussão em mídias eletrônicas (LinkedIn, ResearchGate e outros) e a inclusão de tópico específico sobre metrologia e sistemas de qualidade em congressos científicos nacionais e internacionais em áreas afins podem favorecer estas trocas.

A motivação da equipe foi considerada um dos principais facilitadores durante o processo de implementação do SGQ (Fig. 16a). Segundo Cammann e Kleiböhmer [20], o passo mais difícil e importante para isto é convencer a comunidade científica das vantagens de um SGQ. As ações relacionadas com os editais de pesquisa (5.4.1) podem contribuir também para motivar os pesquisadores. Para atingir os demais componentes da equipe, sugere-se adotar uma sistemática de complementação salarial com a utilização de recursos gerados no laboratório e considerar sua participação na gestão ou em atividades do SGQ para fins de plano de carreira e/ou avaliação de desempenho. Adicionalmente, sugere-se considerar como indicador em avaliação institucional, a quantidade de laboratórios com SGQ implantados, reconhecidos ou acreditados. Estas ações são importantes principalmente em instituições públicas, onde a estabilidade e a ausência de meritocracia tendem a desmotivar a equipe para assumir novas tarefas e responsabilidades.

#### **5.4.3 Outras ações**

A pressão externa exercida por clientes e agências regulamentadoras foi citada na pesquisa por mais de 2/3 dos laboratórios como fatores de motivação para a acreditação. Neste sentido, um aumento da exigência de acreditação de laboratórios em áreas estratégicas como, por exemplo, ambiental [117,118], pode contribuir para o aumento da acreditação de laboratórios [119].

Diversos laboratórios brasileiros que participaram da pesquisa, principalmente os públicos, relataram problemas com a burocracia para efetuar aquisições, o que impacta também em custo. Queixa recorrente feita por pesquisadores destas e de outras instituições é a dificuldade de participação em programas de comparação interlaboratoriais internacionais. São cobrados impostos em valores superiores ao do próprio programa, mesmo que as amostras não tenham valor comercial e sejam destruídas no processo do ensaio. Além disso, muitas vezes elas ficam retidas na receita federal, aguardando liberação da agência reguladora ou pagamento do imposto de importação, e chegam ao laboratório após o vencimento de seus prazos de validade. Produtos não produzidos no Brasil e adquiridos em pequena quantidade, como padrões e materiais de referência certificados sofrem dos mesmos problemas. A dificuldade de importação de materiais por parte de ICTs foi também mencionada em evento das Redes SIBRATEC [103], com recomendação de aprofundar o tema e buscar soluções não convencionais para sua solução. A criação de banco de dados



contendo descrição de material e quantidade máxima permitida para aquisição de padrões, materiais de referência e insumos para realização de ensaios ou pesquisas e de programas interlaboratoriais, com a obtenção de autorização prévia para liberação, e isenção de impostos pode contribuir para minimizar este problema. Esta ação envolve diversos agentes, entre outros, a receita federal, as agências reguladoras, o setor de importação das universidades e os pesquisadores dos laboratórios.

O estabelecimento de políticas públicas visando a criação de um modelo mais eficiente para aquisições, especificamente para universidade e institutos de pesquisa, devem levar em consideração estes e outros problemas relacionados com o modelo atual.

Segundo Baker [108], relatórios indicam a existência de pouca reprodutividade em pesquisas publicadas na área biomédica. Ela considera que o status quo valoriza mais a quantidade de publicações do que a experimentação cuidadosa e bem documentada e argumenta que, com estratégias adequadas de garantia da qualidade, cientistas podem realizar pesquisas mais consistentes e reprodutíveis. Buscando resolver este problema, Baker [120] informa que os Institutos Nacionais de Saúde dos Estados Unidos pressionaram, em 2014, periódicos a adotarem diretrizes destinadas a estimular o aumento da reprodutividade das pesquisas publicadas. Embora ainda pouco frequente no meio científico em geral, alguns periódicos estão exigindo rastreabilidade ou garantia da qualidade dos resultados em pesquisas, para fins de publicação (Fig. 20). Uma ação mais intensiva junto aos editores para estas exigências, além de qualificar as pesquisas publicadas, irá estimular os pesquisadores a usar recursos e ferramentas de qualidade ou ainda a trabalhar em laboratórios acreditados.

O apoio da alta direção é um grande facilitador para a acreditação. Sugere-se que as instituições estabeleçam em seus planejamentos estratégicos, ações que evidenciem o compromisso em buscar a qualificação e a acreditação de seus laboratórios. Tentativa neste sentido foi realizada pela UFSM, em seu Plano de Desenvolvimento Institucional 2011-2015 [121].

Neste estudo foram elencadas ações para os principais problemas encontrados em laboratórios de IES, que dificultam ou impedem a acreditação ou sua manutenção. Algumas ações propostas atendem a mais de um problema identificado. São

mencionados os principais agentes relacionados com as ações propostas, porém isto não exclui a possibilidade de envolvimento de outros. Observa-se ainda que existem diferentes graus de complexidade e viabilidade para a implementação das ações propostas.

Nesta etapa conclui-se que as ações apresentadas podem ajudar os laboratórios de IES a buscarem e a manterem acreditação. Porém, a adoção de um conjunto predeterminado de ações, que atenda os laboratórios e instituições de uma forma geral, não é viável devido às grandes diferenças existentes entre eles. Estas diferenças podem estar relacionadas com a instituição, por exemplo, se é pública ou privada, ou ainda com o laboratório. Este pode atuar em ensino, pesquisa e/ou extensão, pode realizar ensaios e/ou calibrações, nas mais diversas áreas (meio ambiente, alimentos, materiais, entre outras). Desta forma, as ações propostas neste trabalho podem ser agrupadas em um plano individualizado para cada laboratório ou instituição, após a análise de suas características e dificuldades específicas.

No caso de um laboratório interessado em implantar um SGQ ou buscar a acreditação, é necessário inicialmente ter a clareza sobre a(s) motivação(ões) para isto. Deve identificar então quais são seus clientes internos (alunos, pesquisadores, outros laboratórios da instituição) e externos (comunidade produtiva, ministérios, agências reguladoras, editores de periódicos científicos). A seguir deve identificar suas principais dificuldades, também no caso da manutenção da acreditação. Só então poderá identificar e implementar as ações que são viáveis e aplicáveis à sua situação, com base no trabalho descrito nesta tese.

## 6 CONCLUSÕES

Esta tese versou sobre o processo de implementação de SGQ e acreditação de laboratórios e dos agentes que atuam neste processo. Quanto ao objetivo geral, em propor um conjunto de ações que contribuam para a obtenção e a manutenção da acreditação de laboratórios de IES no Brasil, foram propostas diferentes ações agrupadas em uma única tabela (Tab. 7) para melhor visualização da ação, problemas atendidos e agentes envolvidos. O conjunto de ações proposto poderá ser utilizado como fonte de referência e consulta para laboratórios, instituições e demais agentes que atuam no processo de implantação de SGQ e acreditação, permitindo-lhes montar planos de ação adequados às suas características e necessidades. Este conjunto de ações aqui proposto poderá ser utilizado na obtenção e na manutenção da acreditação em laboratórios de IES no Brasil. Esta tese permitiu ainda consolidar informações dispersas na literatura e entre profissionais atuantes na área, que podem auxiliar no aprofundamento de discussões no tema e estimular a acreditação de laboratórios em IES.

Em relação ao objetivo de apresentar o cenário da acreditação no Brasil e no continente americano, os laboratórios acreditados foram identificados, classificados por tipo de instituição e quantificados por país e região e os cenários foram apresentados. Como conclusões podem ser citados: (i) a correlação positiva entre a quantidade de laboratórios acreditados e o PIB da região, no Brasil e o PIB da maioria dos países, no continente americano; (ii) a baixa proporção de laboratórios de IES acreditados pela CGCRE, considerando o universo de laboratórios de IES no Brasil e a pequena quantidade de laboratórios de IES acreditados na maioria dos países do continente americano; (iii) a importância do papel das RME no Brasil; (iv) os laboratórios de IES acreditados suprem a demanda não atendida por outros laboratórios, conforme sugerido pela alta percentagem de laboratórios de IES acreditados em países que não tem os maiores PIBs em suas regiões; (v) o aumento do número de laboratórios de IES acreditados demanda ações e/ou estratégias coordenadas com agentes.

Quanto ao objetivo de identificar e caracterizar os laboratórios de IES acreditados, o mesmo foi atendido através da análise das respostas aos questionários enviados aos laboratórios. Com uma taxa de resposta de 51% sobre o total de

questionários enviados, e apesar das diferenças institucionais e regionais, foram observadas muitas semelhanças entre os laboratórios. A grande maioria realiza ensaios para clientes externos, usa preferencialmente métodos normalizados e executa outros ensaios além dos acreditados. Além disto, foram observadas, predominantemente, a gestão do SGQ feita no laboratório e equipes compostas por mais de 80% de funcionários das instituições. Como principais motivações para a acreditação foram citadas as próprias instituições, o cliente externo e as agências regulamentadoras. A falta de recursos financeiros e a falta de pessoal foram apontadas como principais dificuldades encontradas durante o processo, enquanto que a estrutura preexistente e a motivação de pessoal como maiores facilitadores. Observou-se que os resultados desta pesquisa, de uma maneira geral, confirmam as constatações relatadas na literatura e observadas na prática. Concluiu-se que atualmente não é viável, para laboratórios de IES que não atendam a clientes externos, buscar e/ou manter acreditação.

Em relação ao objetivo de identificar e caracterizar os agentes envolvidos no processo de acreditação, os mesmos foram classificados de acordo com suas funções e foram citados exemplos. Concluiu-se que é importante conhecer os agentes e suas funções para que possam ser incluídos e contatados para atuar nas ações. Com relação ao objetivo de identificar ações para estimular e facilitar a acreditação em laboratórios de IES, foram descritos as ações e os principais agentes envolvidos e feita uma análise preliminar da viabilidade de sua execução. Estas ações foram propostas a partir da identificação de soluções para os principais problemas e dificuldades observados na literatura, nas respostas aos questionários enviados aos laboratórios de IES acreditados e na experiência profissional da autora. Concluiu-se que as ações apresentadas podem auxiliar os laboratórios de IES buscarem acreditação e que não é possível adotar um conjunto padronizado de ações que atenda a todos os tipos de instituições e laboratórios.

Adicionalmente às ações apresentadas e considerando que é mais difícil provocar alterações nas instituições públicas do que nas privadas, concluiu-se que os principais agentes da qualidade e da mudança organizacional são as próprias pessoas, ou seja, cada um de nós. Então este desejo individual deve se transformar em uma missão, para que possa motivar outras pessoas e juntas, atingirem o sucesso.

## **7 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

Elaborar e utilizar um plano de ações baseado nas propostas apresentadas nesta tese, adequado às características do local em estudo.

Avaliar a eficácia da implantação de SGQ, da acreditação e do aumento de escopo propostos no edital de formação das Redes SIBRATEC de Prestação de Serviços.

Estudar formas de avaliação do impacto do SGQ ou da acreditação nas atividades de ensino e pesquisa de laboratórios de IES.

Mapear os laboratórios que realizam ensaios e ou calibrações, em universidades e institutos de pesquisa brasileiros, com potencial para acreditação.

Estudar mecanismos ou ferramentas de garantia da qualidade para ensaios, utilizados em laboratórios de universidades no mundo.

Estudar o panorama de acreditação de laboratórios em universidades do continente europeu e asiático.

Aprofundar o estudo do cálculo dos custos envolvidos com a acreditação de laboratório de IES.

Estudar a implantação de SGQ baseados em BPL em laboratórios de IES e IP.

Estudar a implantação ISO 9001 em universidades, para as atividades de ensino, pesquisa e extensão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SOUZA, R. D. F. Qualidade como função de tecnologia industrial básica e a inserção competitiva do Brasil no comércio internacional. **Gestão & Produção**, São Carlos, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 161-167, 1998.
2. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) / Academia Brasileira de Ciências (ABC). **Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira - livro verde**. Coordenado por Cylon Gonçalves da Silva e Lúcia Carvalho Pinto de Melo. Brasília, 2001. 250 p. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/handle/1/859>>. Acesso em: 9 fev. 2017.
3. International Laboratory Accreditation Cooperation - ILAC (2015). **The ILAC Mutual Recognition Arrangement**. Disponível em: <<http://ilac.org/?download=891>>. Acesso em: 27 dez. 2016.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO/IEC 17025:2005** Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005.
5. ILAC. **Facts and Figures**. Disponível em: <<http://ilac.org/about-ilac/facts-and-figures/>>. Acesso em: 25 mai. 2017.
6. BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 6275. Brasília, 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6275.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6275.htm)>. Acesso em: ago. 2015.
7. SOUZA, J. C. A. Informativo geral e os indicadores da DICLA. VII Encontro de Organismos de Avaliação da Conformidade (ENOAC) do INMETRO, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <[http://www2.inmetro.gov.br/acreditacao/2015/wpi-conteudo/uploads/Lab1\\_Joao-Carlos-Antunes.pdf](http://www2.inmetro.gov.br/acreditacao/2015/wpi-conteudo/uploads/Lab1_Joao-Carlos-Antunes.pdf)>. Acesso em: 22 fev. 2017.
8. AGUIAR, J. G.; DINIZ, A. C. G. C.; VIANNA, J. N. S. Sistema da qualidade em Laboratórios de Pesquisa Universitários. In: METROLOGIA III, Recife – PE, 2003, Anais.
9. RODIMA, A. *et al.* ISO 17025 quality system in a university environment. **Accreditation Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 10, n. 7, p. 369-372, 2005.
10. GROCHAU, I. H. *et al.* Implementation of a quality management system in university test laboratories: a brief review and new proposals. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 15, n. 12, p. 681-689, 2010.
11. DE NADAI FERNANDES, E. A. *et al.* Quality system implementation in a Brazilian university laboratory. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 10, n. 11, p. 594–598, 2006.
12. ZAPATA-GARCÍA, D.; LLAURADÓ, M.; RAURET, G. Experience of implementing ISO 17025 for the accreditation of a university testing laboratory. **Accreditation Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 12, n. 6, p. 317-322, 2007

13. LOPES, I. *et al.* Implementation of the quality management system at the Laboratory of Radiological Protection and Safety (LPSR) in Portugal. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 19, n. 5, p. 355-360, 2014.
14. GROCHAU, I. H.; TEN CATEN, C. S. A process approach to ISO/IEC 17025 in the implementation of a quality management system in testing laboratories. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 17, n. 5, p. 519-527, 2012.
15. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
16. GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
17. GRESSLER, L. A. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2004.
18. SANETRA, C., MARBÁN, R. M. The answer to the global quality challenge: a National Quality Infrastructure. OAS, 2007. Disponível em: <[https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung\\_q/q.5\\_technische\\_zusammenarbeit/q5\\_publicationen/102\\_National\\_QI/PTB\\_Q5\\_National\\_QI\\_EN.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/fachabteilungen/abteilung_q/q.5_technische_zusammenarbeit/q5_publicationen/102_National_QI/PTB_Q5_National_QI_EN.pdf)>. Acesso em: 27 dez. 2016.
19. DE VRÉ, R. M. The scope and limitations of a QA system in research. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, n. 5, v. 1, p. 3-10, 2000.
20. CAMMANN, K.; KLEIBÖHMER, W. Need for quality management in research and development. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 3, n. 10, p. 403-405, 1998.
21. VERMAERCKE, P. Sense and nonsense of quality assurance in an R&D environment. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 5, n. 1, p. 11-15, 2000.
22. RAURET, G.; COMPAÑO, R. Quality management in undergraduate laboratories. A systematic approach to its implementation. **Microchimica Acta**, Austria, v. 142, n.3, p. 177-185, 2003.
23. INMETRO. Acreditação de laboratórios de análises clínicas, [2011?]. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/acre\\_lab\\_ac.asp](http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/acre_lab_ac.asp)>. Acesso em: 15 out. 2011.
24. ROSENBERG, F. J.; SILVA, A. B. M. **Sistemas de qualidade em laboratórios de ensaios: guia prático para a interpretação e implementação da ABNT ISO/IEC Guia 25**. Rio de Janeiro: Quality, ed. 1999.
25. INMETRO. NIT-DICLA-035: Princípios das Boas Práticas de Laboratório – BPL, 2011. Disponível em: <[http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Dicla/NIT/NIT-Dicla-35\\_02.pdf](http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Dicla/NIT/NIT-Dicla-35_02.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2011.
26. KRAPP, M. Quality assurance in research and development: an insoluble dilemma? **Fresenius' Journal of Analytical Chemistry**, Berlin – Heidelberg, Germany, v. 371, n. 6, p. 371:704, 2001.

27. ADAMO, J. E. *et al.* Options for Financially Supporting GLP and GCLP Quality Assurance Programs within an Academic Institution. IVT Network, 2014. Disponível em: <<http://www.ivtnetwork.com/printpdf/article/academic-glp-gclp-quality-assurance>>. Acesso em 9 jun. 2015.
28. VALCÁRCEL, M.; RÍOS, A. Quality assurance in analytical laboratories engaged in research and development activities. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 8, n. 2, p. 78-81, 2003.
29. ROSSBACH, M. *et al.* Quality system implementation in Member States of the IAEA. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 10, n. 11, p. 583-589, 2006.
30. VAJDA, N. *et al.* On the way to formal accreditation. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 10, n. 11, p. 599–602, 2006.
31. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDICE); Conmetro (2013). Diretrizes Estratégicas para a Metrologia Brasileira 2013-2017. Resolução nº 01, de 10 de abril de 2013. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000246.pdf>>. Acesso em: 4 ago. 2015.
32. PUFFAL, D. P.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Organização dos Serviços de Metrologia em Redes Interorganizacionais: Um Estudo de Caso. XXV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica, Brasília, 2008. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/Simpósio/simpósio\\_2008/2008\\_SIMPOSIO137.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/Simpósio/simpósio_2008/2008_SIMPOSIO137.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2015.
33. UFRGS. Estatuto e Regimento Geral da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/consun/documentos/estatuto-e-rgu>>. Acesso em: 14 out. 2015.
34. REDE METROLÓGICA DE MINAS GERAIS (RMMG). Disponível em: <[www.fiemg.org.br/rmmg](http://www.fiemg.org.br/rmmg)>. Acesso em: 20 jul. 2015.
35. REDE CAPIXABA DE METROLOGIA (RCM). Disponível em: <[www.rcm-es.org.br](http://www.rcm-es.org.br)>. Acesso em: 20 jul. 2015.
36. REDE METROLÓGICA GOIÁS (RMG). Disponível em: <<http://www.ielgo.com.br/iel/site/Institucional.do?vo.codigo=147&destaque=true>>. Acesso em: 20 jul. 2015.
37. REDE METROLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (REMESP). Disponível em: <<http://www.remesp.org.br>>. Acesso em: 20 jul. 2015.
38. REDE DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DO RIO DE JANEIRO (REDETEC). Disponível em: <<http://www.redetec.org.br>>. Acesso em 20 jul. 2015.
39. REDE METROLÓGICA RS (RMRS). Disponível em: <<http://www.redemetrologica.com.br>>. Acesso em 22 jul. 2015.



40. REDE METROLÓGICA DE PERNAMBUCO (REMEPE). Disponível em: <[www.remepe.com](http://www.remepe.com)>. Acesso em: 4 ago. 2015.
41. International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) (2016). **List of ILAC MRA signatories**. Disponível em: <<http://ilac.org/ilac-mra-and-signatories>>. Acesso em: 6 abr. 2016.
42. INMETRO, Laboratórios Acreditados. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble>> e <<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc>>. Acesso em: 1 jul. 2015.
43. ORGANISMO ARGENTINO DE ACREDITACIÓN (OAA), Entidades Acreditadas. Disponível em: <<http://www.oaa.org.ar/entidades-acreditadas.html>>. Acesso em: 12 ago. 2015.
44. INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN). Disponível em: <<http://www.inn.cl/Acreditación>>. Acesso em: 31 ago. 2015.
45. ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA (ONAC). Disponível em: <<http://www.onac.org.co>>. Acesso em: 1 set. 2015.
46. SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO (SAE). Disponível em: <<http://www.acreditacion.gob.ec>>. Acesso em: 8 set. 2015.
47. ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN (ONA). Disponível em: <<http://www.conacyt.gov.py/ona>>. Acesso em: 3 set. 2015.
48. INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD (INACAL), Laboratórios. Disponível em: <<http://www.inacal.gob.pe/inacal/index.php/sobre-acreditacion/directorio-destacado>>. Acesso em: 3 set. 2015.
49. ORGANISMO URUGUAYO DE ACREDITACIÓN (OUA). Disponível em: <[http://www.organismouruguayodeacreditacion.org/Pagina\\_Principal.htm](http://www.organismouruguayodeacreditacion.org/Pagina_Principal.htm)>. Acesso em: 3 set. 2015.
50. ENTE COSTARRICENSE DE ACREDITACIÓN (ECA). Disponível em: <<http://www.eca.or.cr/>>. Acesso em 8 abr. 2016.
51. ÓRGANO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE LA REPÚBLICA DE CUBA (ONARC). Disponível em: <<http://www.onarc.cubaindustria.cu/>>. Acesso em 21 abr. 2016.
52. ORGANISMO SALVADOREÑO DE ACREDITACIÓN (OSA). Directorio de OEC Acreditados. Disponível em: <<http://www.osa.gob.sv/directorio-de-oec-acreditados/>>. Acesso em: 8 abr. 2016.
53. OFICINA GUATEMALTECA DE ACREDITACIÓN. Organismos acreditados. Disponível em: <<http://www.oga.org.gt/organismos-acreditados/>>. Acesso em: 8 abr. 2016.

54. JAMAICA NATIONAL AGENCY FOR ACCREDITATION (JANAAC). Accredited certification bodies. Disponível em: <<http://www.janaac.gov.jm/accredited-cabs/labs.html>>. Acesso em: 8 abr. 2016.
55. ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN (ONA). Listado de OEC Acreditados. Disponível em: <<http://www.mific.gob.ni/en-us/snc/snac.aspx>>. Acesso em: 8 abr. 2016.
56. CANADIAN ASSOCIATION FOR LABORATORY ACCREDITATION INC. (CALA). Disponível em: <<http://www.cala.ca>>. Acesso em: 10 set. 2015.
57. STANDARDS COUNCIL OF CANADA (SCC). Disponível em: <<https://www.scc.ca>>. Acesso em: 11 set. 2015.
58. ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN A.C. (EMA). Disponível em: <<http://www.ema.org.mx>>. Acesso em: 17 set. 2015.
59. AMERICAN ASSOCIATION FOR LABORATORY ACCREDITATION (A2LA). Disponível em: <<https://www.a2la.org>>. Acesso em: 15 set. 2015.
60. ANSI-ASQ NATIONAL ACCREDITATION BOARD. Disponível em: <<http://anab.org/accredited-organizations>>. Acesso em: 21 set. 2015.
61. AIHA LABORATORY ACCREDITATION PROGRAM. Disponível em: <<http://www.aihaaccreditedlabs.org/Pages/ListofAccreditedLabs.aspx>>. Acesso em: 23 set. 2015.
62. AMERICAN SOCIETY OF CRIME LABORATORY DIRECTORS / LABORATORY ACCREDITATION BOARD (ASCLD/LAB). Disponível em: <<http://www.asclclab.org/accredited-laboratory-index>>. Acesso em: 23 set. 2015.
63. INTERNATIONAL ACCREDITATION SERVICE, INC (IAS). Disponível em: <<http://www.iasonline.org/more/search.html>>. Acesso em: 23 set. 2015.
64. ACCREDITATION SERVICES BUREAU (A-S-B). Disponível em: <<http://l-a-b.com/accredited-labs>>. Acesso em: 23 set. 2015.
65. NATIONAL VOLUNTARY LABORATORY ACCREDITATION PROGRAM (NVLAP). Disponível em: <<http://www.nist.gov/nvlap>>. Acesso em: 29 set. 2015.
66. PERRY JOHNSON LABORATORY ACCREDITATION, INC. (PJLA). Disponível em <<http://www.pjllabs.com/search-accredited-labs>>. Acesso em: 24 set. 2015.
67. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Contas regionais do Brasil 2012. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2012/default\\_xls\\_2002\\_2012.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2012/default_xls_2002_2012.shtm)> Acesso em: ago/2015.
68. THE WORLD BANK GROUP (2016). GDP Ranking. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

69. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Universidades públicas federais. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 03 mar. 2017.
70. GOBIERNO DE LA REPÚBLICA MÉXICO. **Reglamento Interior de La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales** (2012). Disponível em: <[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1169/1/reglamento\\_interior\\_semarnat\\_26-11-2012\\_pdf.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1169/1/reglamento_interior_semarnat_26-11-2012_pdf.pdf)>. Acesso em: 6 jul. 2016.
71. GOBIERNO DE LA REPÚBLICA MÉXICO. CONACYT. Disponível em: <<http://conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/centros-de-investigacion-conacyt/>>. Acesso em: 20 dez. 2016.
72. VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. Programa de Cooperación para la Acreditación de Ensayos y Laboratorios de la Universidad de Costa Rica. Disponível em: <[http://vinv.ucr.ac.cr/ugc/?page\\_id=160](http://vinv.ucr.ac.cr/ugc/?page_id=160)>. Acesso em: 23 mai. 2016.
73. Universidad de Chile. Proyecto Acreditación de Laboratorios de la Universidad de Chile. Disponível em: <<http://uchile.cl/u51719>>. Acesso em: 10 mai. 2016.
74. Ministerio de Vivienda y Urbanismo – Chile (2016). Decreto 458, Ley General de Urbanismo y Construcciones. Disponível em: <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=13560>>. Acesso em: 4 abr. 2016.
75. Instituto de la Construcción – Chile (2006). Descripción del Sistema Actual de Certificación de Materiales e Insumos para la Construcción. Disponível em: <<http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/SistCertiMateriales.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2016.
76. MINISTERIO DEL AMBIENTE - Ecuador (2015). Acuerdo nº 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. Disponível em: <<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+TULSMA++R.O.316+04+DE+MAYO+2015.pdf/3c02e9cb-0074-4fb0-afbe-0626370fa108>>. Acesso em: 5 jul. 2016.
77. Universidad Nacional de Colombia (2014). Convocatorias y Programas de Apoyo Del Plan de Acción 2013-2015. Disponível em: <[http://investigacion.unal.edu.co/fileadmin/recursos/siun/convocatorias/siun\\_portafolio\\_convyprog.pdf](http://investigacion.unal.edu.co/fileadmin/recursos/siun/convocatorias/siun_portafolio_convyprog.pdf)>. Acesso em: 23 mai. 2016.
78. República de Colombia. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2015). DECRETO nº 1595. Disponível em: <[file:///C:/Users/User/Downloads/decreto\\_1595\\_de\\_2015.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/decreto_1595_de_2015.pdf)>. Acesso em: 23 mai. 2016.
79. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - Argentina (2011) Resolución Nº 760/11. Disponível em: <<http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/021/0000021626.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.
80. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - Argentina (2013) Resolución Nº 580/13. Disponível em: <[http://www.mincyt.gob.ar/\\_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=23601](http://www.mincyt.gob.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=23601)>. Acesso em: 20 dez. 2016.

81. UNILAB – Sistema de Reconocimiento de Competencias Técnicas de Laboratorios Universitarios. Disponível em: <<http://www.unilab.org.ar/>>. Acesso em: 5 jul. 2016.
82. Ministério da Ciência e Tecnologia – Brasil (2008). Chamada Pública MCT/FINEP - Ação Transversal - Serviços tecnológicos - SIBRATEC 01/2008. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/arquivos\\_legados/fundos\\_setoriais/acao\\_transversal/editais/SIBRATEC\\_servicos\\_versao\\_final.pdf](http://www.finep.gov.br/arquivos_legados/fundos_setoriais/acao_transversal/editais/SIBRATEC_servicos_versao_final.pdf)>. Acesso em: 6 mai. 2016.
83. IACOB, E. Experience of accreditation in a surface science laboratory. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 21, n. 1, p. 9-17, 2016.
84. NEVES, R. S., *et al.* Key Aspects for Implementing ISO/IEC 17025 Quality Management Systems at Materials Science Laboratories. **Control and Assurance - An Ancient Greek Term Re-Mastered**. [S.l.]: InTech, 2017. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/quality-control-and-assurance-an-ancient-greek-term-re-mastered/key-aspects-for-implementing-iso-iec-17025-quality-management-systems-at-materials-science-laborator>>. Acesso em 3 mar. 2017.
85. JORNADA, D. H. *et al.* Implantação da norma ISO/IEC 17025 nos laboratórios da Universidade de Caxias do Sul. Enqualab 2008 – Congresso da Qualidade em Metrologia, Rede Metrológica do Estado de São Paulo (REMESP), 9-11 jun 2008, São Paulo, SP.
86. PIZZOLATO, M. **Mapeamento da estrutura global que fornece confiança às medições: análise da inserção brasileira**. 187f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8485/000577831.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 25 mar. 2017.
87. BRASIL. Decreto nº 91.146, de 15 de março de 1985. Presidência da República. Brasília, 1985. Cria o Ministério da Ciência e Tecnologia e dispõe sobre sua estrutura. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/1985-1987/d91146.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/d91146.htm)>. Acesso em: 9 fev. 2017.
88. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em: 9 fev. 2017.
89. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Livro Branco: Ciência, Tecnologia e Inovação. Resultado da conferência nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília, 2002. 80 p. Disponível em: <[http://www.cgее.org.br/arquivos/livro\\_branco\\_cti.pdf](http://www.cgее.org.br/arquivos/livro_branco_cti.pdf)>. Acesso em: 9 fev. 2017.
90. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília, 2010. 99 p. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0214/214646.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0214/214646.pdf)>. Acesso em: 9 fev. 2017.
91. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015. Balanço das Atividades Estruturantes

do MCTI 2011. Brasília, 2011. 220 p. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0218/218981.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf)>. Acesso em: 9 fev. 2017.

92. Ministério da Educação. Disponível em: <<https://www.mec.gov.br/>>. Acesso em: 9 fev. 2017.

93. BRASIL – Decreto nº 1.067, de 28 de julho de 1860. Cria uma nova Secretaria de Estado com a denominação de Secretaria de Estado dos Negocios da Agricultura, Commercio e Obras Publicas. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1824-1899/decreto-1067-28-julho-1860-546420-publicacaooriginal-60429-pl.html>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

94. MAPA. Planejamento estratégico. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/planejamento-estrategico>>. Acesso em 25 mar. 2017.

95. MAPA. Instrução normativa nº 57, de 11 de dezembro de 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-credenciamento/instrucao-normativa-no-57-de-11-12-2013-criterios-e-requisitos-para-o-credenciamento-e-monitoramento-de-laboratorios-nova-redacao-nr.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

96. ANP. Resolução ANP nº 46 de 9 de setembro de 2011. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=115518>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

97. ANVISA. Resolução - RDC nº 12, de 16 de fevereiro de 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33860/266843/RDC12%2Bde%2B2012.pdf/085929c5-1f6b-4daf-bf65-703b40de2f46>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

98. Secretaria da Receita Federal do Brasil. Competências da Receita Federal. Disponível em: <<http://idg.receita.fazenda.gov.br/sobre/institucional/competencias-1>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

99. BENDER, R. S.; PIZZOLATO, M.; ALBANO, F. M. ISO/IEC 17025: custos de acreditação em uma universidade pública brasileira. **Exacta – Engenharia de Produção**, São Paulo, v. 15. n.1, p. 1-14, 2017.

100. HULLIHEN, K.; FITZSIMMONS, V.; FISCH, M. R. Establishing an ISO 17025 Compliant Laboratory at a University. 2008 International Conference on Engineering & Technology: Globalization of Technology (IAJC-IJME International Conference), Nashville, Texas, USA, 2008. Disponível em: <[http://ijme.us/cd\\_08/PDF/59 IT 305.pdf](http://ijme.us/cd_08/PDF/59%20IT%20305.pdf)>. Acesso em 15 mar. 2017.

101. ORLANDO, A. F. Calibração de um termômetro Pt-100 como padrão de trabalho de um laboratório de serviços metrológicos. Metrologia 2003 – 3º Congresso Brasileiro de Metrologia, Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM), 1-5 set 2003, Recife, PE.

102. JORNADA, D. H. *et al.* Adequação de laboratórios aos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025:2001 – Um estudo de caso em laboratórios de análises ambientais. METROSUL IV – IV Congresso Latino-Americano de Metrologia, Rede Paranaense de Metrologia e Ensaio, 9-12 nov 2004, Foz do Iguaçu, PR. Disponível em:

<[https://www.ipen.br/biblioteca/cd/metrosul/2004/anais/MetrosulIV\\_4181.doc](https://www.ipen.br/biblioteca/cd/metrosul/2004/anais/MetrosulIV_4181.doc)>. Acesso em: 15 mar. 2017.

103. 1º Seminário Redes SIBRATEC Serviços Tecnológicos: problemas e soluções da gestão técnica e administrativa das redes, 2011, Rio de Janeiro. **Anais**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2012. Disponível em: <[www.mct.gov.br/upd\\_blob/0224/224637.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0224/224637.pdf)>. Acesso em 15 mar. 2017.

104. UECHI, C.A.S. *et al.* Avaliação externa, sistema de monitoramento e indicadores do Sistema Brasileiro de Tecnologia (SIBRATEC). VIII Congresso de Gestão Pública (CONSAG), 26-28 mar 2015, Brasília, DF. Disponível em: <[http://banco.consad.org.br/bitstream/123456789/1213/1/AVALIAÇÃO\\_EXTERNA,SISTEMA\\_DE.pdf](http://banco.consad.org.br/bitstream/123456789/1213/1/AVALIAÇÃO_EXTERNA,SISTEMA_DE.pdf)>. Acesso em 15 mar. 2017.

105. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **Technical Cooperation Report for 2011**. Jul 2012. Disponível em: <[https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC56/GC56InfDocuments/English/gc56inf-4\\_en.pdf](https://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC56/GC56InfDocuments/English/gc56inf-4_en.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2015.

106. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (IAEA). **IAEA Annual Report 2014**. Disponível em: <[https://www.iaea.org/sites/default/files/gc59-7\\_en.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/gc59-7_en.pdf)>. Acesso em: 17 dez. 2015.

107. DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. O mapeamento da infraestrutura científica e tecnológica no Brasil. **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil** / organizadoras: Fernanda De Negri, Flávia de Holanda Schmidt Squeff. – Brasília: IPEA: FINEP: CNPq, 2016. 637 p. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro\\_sistemas\\_setoriais.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_sistemas_setoriais.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2017.

108. BAKER, M. How quality control could save your science. **Nature**, Londres, Inglaterra, v. 529, nº 7587, 2016. Disponível em: <<http://www.nature.com/news/how-quality-control-could-save-your-science-1.19223>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

109. HANCOCK, S. Meeting the challenges of implementing good laboratory practices compliance in a university setting. **Quality Assurance Journal**, Chichester, West Sussex, England, v. 6, n. 1, p. 15-21, 2002.

110. ABAD, X.; BOSCH, A. NAVARRO, C. Implementation of good laboratory practice in a university research unit. **Quality Assurance Journal**, Chichester, West Sussex, England, v. 9, n. 4, p. 304-311, 2005.

111. BIASINI, V. Implementation of a quality management system in a public research centre. **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 17, n. 6, p. 621-626, 2012.

112. BENDER, R. S. **Estimativa de custos em acreditação de laboratórios de ensaio da UFSM de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025**. 28f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de produção) – Engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: <[w3.ufsm.br/engproducao/images/Rodrigo\\_S\\_Bender\\_-\\_95.pdf](http://w3.ufsm.br/engproducao/images/Rodrigo_S_Bender_-_95.pdf)>. Acesso em 15 mar. 2017.

113. NAGEL, F. B. **Proposta de método para implantação da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005 em laboratórios de ensaio**. 26f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de produção) – Engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: <[w3.ufsm.br/engproducao/images/Francine\\_B\\_Nagel\\_-\\_97.pdf](http://w3.ufsm.br/engproducao/images/Francine_B_Nagel_-_97.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2017.
114. GROCHAU, I. H. **Implementação de sistema de gestão da qualidade em laboratório de ensaio de instituição de ensino e pesquisa**. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37389/000821563.pdf?...1>>. Acesso em: 22 mar. 2017.
115. BODE, P. Quality management and laboratory accreditation at a university: what can be learned from experience? **Analyst**, Londres, Inglaterra, v. 120, n. 12, p. 1527-1533, 1995.
116. FELBER, H. Chemical measurement laboratories caught in a battle between different forces: Accreditation requirements versus economic pressure – Is there a way out? **Accreditation and Quality Assurance**, Heidelberg, Germany, v. 6, n. 9-10, p. 439-441, 2001.
117. SECRETARIA DO ESTADO DE SP. Resolução SMA - 37, de 30-8-2006. Disponível em: <[http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/resolucao/2006/2006\\_Res\\_SMA37.pdf](http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/resolucao/2006/2006_Res_SMA37.pdf)>. Acesso em: 22 mar. 2017.
118. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIS ROESSLER – FEPAM. Portaria FEPAM nº 37/2016. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/legislacao/arq/Portaria037-2016.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2017.
119. 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**, Heidelberg, Germany, v. 22, n. 2, p. 57-62, 2017.
120. BAKER, M. Irreproducible biology research costs put at \$28 billion per year. **Nature**, Londres, Inglaterra, 2015. Disponível em: <<http://www.nature.com/news/irreproducible-biology-research-costs-put-at-28-billion-per-year-1.17711>>. Acesso em: 22 mar. 2017.
121. Universidade Federal de Santa Maria (2011). Pró-Reitoria de Planejamento. **Plano de Desenvolvimento Institucional 2011-2015**. Santa Maria – RS: UFSM. Disponível em: <<http://site.ufsm.br/arquivos/uploaded/arquivos/be1eb2e0-4629-442e-b1af-79c251e3ac83.pdf>>. Acesso em 5 abr. 2017.

## APÊNDICE A – LISTA DOS LABORATÓRIOS RESPONDENTES

País	Instituição	Laboratório
<b>AMÉRICA DO SUL</b>		
Brasil	Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)	Laboratórios do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS)
Brasil	Fundação de Pesquisa em Manaus (FUCAPI)	Laboratórios de ensaio e calibrações do Centro de Laboratórios
Brasil	Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL)	Laboratório de Calibração
Brasil	Universidade do Contestado	Laboratório Estadual da Qualidade do Leite
Brasil	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)	Laboratório de Integração e Testes (LIT) e Laboratório de Testes de Interferência e Compatibilidade Eletromagnética, Antenas e Telecom (EMI/EMC)
Brasil	Instituto de Tecnologia para o Desenvolv. (LACTEC)	Laboratórios de ensaios e de calibração
Brasil	Instituto Mauá de Tecnologia	Laboratórios de ensaios e de calibração do Centro de Pesquisas
Brasil	Instituto Militar de Engenharia	Laboratório de Ensaios Mecânicos (LEM)
Brasil	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)	Laboratório de Ensaios Mecânicos (LEM) do Instituto Tecnológico e Laboratório de Caracterização de Fluidos do Departamento de Engenharia Mecânica
Brasil	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)	Laboratórios Especializados em Eletroeletrônica, Calibração e Ensaios (LABELO)
Brasil	Universidade de Caxias do Sul (UCS)	Laboratório de Polímeros (LPOL), LAPAM, Laboratório de Tecnologia Construtiva (LTC), Laboratório de Análises e Pesquisas em Alimentos, LCOR - Laboratório de Corrosão e Proteção Superficial
Brasil	Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)	Laboratório CERTBIO
Brasil	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Laboratório de Ensaios de Combustíveis, Laboratório de Bioquímica de Alimentos (LBqA)
Brasil	Universidade Federal do Paraná (UFPR)	Laboratório de análises de combustíveis (LACAUT)
Brasil	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Laboratório de Metalurgia Física (LAMEF), Laboratório de Corrosão, Proteção e Reciclagem de Materiais (LACOR), Laboratório de Aerodinâmica das Construções (LAC), Laboratório de Combustíveis (LABCOM)
Brasil	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Laboratório de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (LADETEC)
Brasil	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Laboratório de Eletromagnetismo e Compatibilidade Eletromagnética (MAGLAB)
Brasil	Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)	Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais (CCDM)



Brasil	Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)	Lab. Análises Micotoxicológicas (LAMIC), Núcleo de Análises e Pesq. Orgânicas (NAPO), Lab. Análises de Resíduos de Pesticidas (LARP), Lab. Microbiologia Veterinária (MICROVET)
Brasil	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)	Central Analítica do Instituto de Química
Brasil	Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)	Instituto Tecnológico em Ensaio e Segurança Funcional (itt Fuse)
Brasil	Unisociesc	Laboratório de Metrologia
Brasil	UNIVATES	Unianálises
Brasil	Universidade de São Paulo (USP)	Lab. de ensaios e de calibrações do Instituto de Energia e Ambiente, Lab. de Análise Química do Solo, Lab. de Ensaio de Material de Irrigação
Brasil	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)	Centro de Monitoramento e Pesquisa da Qualidade de Combustíveis, Biocombustíveis, Petróleo e Derivados
Brasil	Universidade de Passo Fundo (UPF)	Laboratório de Cromatografia
Argentina	Universidad Nacional de San Juan (UNSJ)	Laboratorio de Analisis de Productos Regionales de Ingenieria Quimica (LAPRIQ)
Argentina	Escuela Superior Integral de Lechería (ESIL)	Laboratorio de Control de la Calidad
Argentina	Universidad Tecnológica Nacional (UTN)	Laboratorio de Mediciones y Ensayos (LaMyEn), Laboratorio Ambulante de Mediciones de Campo Electromagnético y Ruido (LAMCEM), Laboratorio CALIBRA 1, Centro de Metrología (CEMETRO), Área de Servicio y Transferencia de Tecnología – CECOVl
Argentina	Universidad Nacional de Río Cuarto (Universidad Nacional de Río Cuarto)	Laboratorio de Ensayos y Certificación
Argentina	Universidad Nacional de Rosario	Centro Tecnológico de Plásticos y Elastómeros
Argentina	Universidad Nacional de La Plata (UNLP)	Grupo de Ensayos de la Unidad de Investigación y Desarrollo (GEMA)
Argentina	Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo)	Dirección de Estudios Tecnológicos e Investigaciones
Argentina	Universidad Nacional de Córdoba	CENTRO DE QUIMICA APLICADA (CEQUIMAP)
Chile	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV)	Laboratorio de Ensayo (LEPUCV)
Chile	Universidad Católica de la Santísima Concepción	Laboratorio Biotecmar
Chile	Universidad Católica del Norte	Laboratorio de Servicios Analíticos (LSA)
Chile	Universidad de la Frontera	Laboratorio de Ensayos Ambientales, Laboratorio de Materiales
Chile	Universidad de Magallanes	Laboratorio AustroUmag
Chile	Universidad de Playa Ancha	Laboratorio de Servicios de Análisis Ambientales

Chile	Universidad de Santiago de Chile	Laboratorio Simet, Laboratorio de Investigación y Control de Calidad de Textiles y Cueros (Lictex), Laboratorio do Centro de Estudios en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CECTA)
Chile	Universidad de Talca	Laboratorio de Microbiología de Alimentos y Aguas
Colombia	Universidad de Antioquia	Grupo Diagnostico y Control de la Contaminación (GDCON), Laboratorio IdentiGEN
Colombia	Universidad de los Andes	Laboratorio de Ing. Civil y Laboratorio Ambiental
Colombia	Universidad del Valle	Laboratorio de Alta Tensión
Colombia	Universidad Industrial de Santander	Laboratorio de Genética, Laboratorio de Alimentos (CICTA)
Colombia	Universidad Manuela Beltrán	Laboratorio de Identificación Humana
Colombia	Universidad Nacional de Colombia	Laboratorio de Carbones, Laboratorio de Calidad de Aire (CALAIRE), Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales (LBE), Laboratorio de Suelos, aguas y foliares
Colombia	Universidad Pontificia Bolivariana	Laboratorio de Vibraciones
Colombia	Universidad Tecnológica de Pereira	Laboratorio de Calidad de Productos Naturales, Laboratorio de Pruebas y Ensayos para Equipos Acondicionadores de Aire, Laboratorio de Genética Médica, Laboratorio de Metrología de Variables Eléctricas
Ecuador	Escuela Politécnica Nacional	Laboratorio do Centro de Investigación y Control Ambiental (CICAM)
Ecuador	Escuela Superior Politécnica del Litoral	Laboratorio PROTAL
Ecuador	Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)	Laboratorio de Bioanálisis (DISerLAB)
Ecuador	Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	Laboratorio de Centro de Servicios para el Control de la Calidad (CESECCA)
Peru	Pontificia Universidad Católica del Perú	Laboratorio de Materiales, Laboratorio de Estructuras Antisísmicas, Instituto de Corrosión y Protección
Peru	Universidad Nacional Agraria la Molina	Laboratorio de ensayos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales
Uruguay	Universidad de la República	Laboratorio Cequimtox
<b>AMÉRICA CENTRAL</b>		
Costa Rica	Tecnológico de Costa Rica	Centro de Investigación CEQIATEC
Costa Rica	Universidad de Costa Rica (UCR)	Laboratorios de Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA), Centro de Electroquímica y Energía Química (CELEQ), Centro de Investigación en Nutrición Animal, Instituto de Investigaciones en Salud (INISA), Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (Lanamme), Laboratorio de Microbiología de Aguas
Costa Rica	Universidad Nacional	Laboratorio de Metrología PROCAME

El Salvador	Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer	Laboratorio de Control de Calidad
Guatemala	Escuela Agrícola Panamericana Zamorano	Laboratorio de Microbiología de Alimentos
Nicaragua	Universidad Centroamericana Nicaragua	Laboratorio CIDEA
<b>AMÉRICA DO NORTE</b>		
Canada	Cégep de St-Jérôme	Laboratoire du Centre de développement des composites du Québec
Canada	Lakehead University	Environmental Laboratory
Canada	Queen's University	Analytical Services Unit
Canada	SAIT Polytechnic	RFID Test Lab
Canada	University of Guelph	Laboratory Services Division
Canada	University of Prince Edward Island	Toxicology and Analytical Services and Regional Diagnostic Virology Services
Canada	University of Western Ontario	Biotron Analytical Services
Canada	Western University	Analytical Services
Mexico	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI)	Laboratorios de Análisis Químicos, Pruebas Mecánicas, Metalografía y Ensayos No Destructivos, Metrología
Mexico	Centro de Investigación Científica de Yucatán	Grupo de estudios moleculares aplicados a la Biología (GeMBio), Laboratorio de Metrología
Mexico	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo	Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad Microbiológica de Alimentos
Mexico	Centro de Investigación en Materiales Avanzados	Laboratorio de Calidad del Aire, Laboratorio de Residuos, Laboratorio de Corrosión
Mexico	Centro de investigación en Química Aplicada	Laboratorios de Caracterización Química y Ensayos Físicomecánicos
Mexico	Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de Jalisco	Laboratorios de la Unidad de servicios analíticos y metrológicos
Mexico	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	Laboratorio de Referencia, Análisis y Diagnostico en Sanidad Acuicola, Espectrofotometría de Absorción Atómica, Análisis Químico de Aguas y Diagnóstico Microbiológico
Mexico	Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC)	Laboratorios de la Dirección de Servicios Tecnológicos
Mexico	Centro de Tecnología Avanzada CIATEQ	Laboratorios
Mexico	Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica	Laboratorio de Espectrofotometría y Colorimetría
Mexico	Instituto Politécnico Nacional	Laboratorio de la Central de Instrumentación, Laboratorio de ensayos a textiles, Metrología Dimensional y Pruebas Físicas, Laboratorio de Ambiente Hostil, Laboratorio de Análisis Ambientales

Mexico	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Laboratorio de Biogeoquímica Ambiental, Unidad de Metrología
Mexico	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	Laboratorio Ambiental
Mexico	Universidad Autónoma de Nuevo León	Laboratorio de Servicios Profesionales
Mexico	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Laboratorio Ambiental CEPRODES
Mexico	Universidad Autónoma del Estado de México	Laboratorio de Pruebas de Servicios Externos, Laboratorio del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal
Mexico	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Laboratorio de Calibración
USA	Duke University Medical Center	Duke Dosimetry Laboratory
USA	Michigan Technological University	Wood Protection Group
USA	Texas A&M University System	Veterinary Medical Diagnostic Laboratory
USA	University of California	UCLA Olympic Analytical Laboratory, Veterinary Genetics Laboratory Forensics Unit (VGL-Forensics)
USA	University of Delaware	Poultry Health System
USA	University of Iowa	State Hygienic Laboratory
USA	University of Maine	Advanced Structures & Composites Center
USA	University of Massachusetts	Drugs of Abuse Laboratory
USA	University of Miami	Structures and Materials Laboratory
USA	University of New Hampshire	InterOperability Laboratory
USA	University of Washington	Environmental Health Laboratory
USA	University of Wisconsin	Dosimetry Calibration Laboratory (ADCL)
USA	Virginia Tech	Thomas M. Murray Structural Engineering Laboratory
USA	Washington State University	Composite Materials and Engineering Center
USA	Wichita State University	Quality & Performance Laboratory

## APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS LABORATÓRIOS NO BRASIL

Responsável pelo preenchimento:

### 1. Caracterização do laboratório

#### 1.1 Identificação

Instituição / Universidade:

Faculdade / Unidade / Centro:

Departamento:

Nome do Laboratório:

#### 1.2 Atividades no laboratório

- Ensaio
- Calibração
- Ensino
- Pesquisa
- Extensão
- Serviços para cliente interno (ao laboratório, à instituição)
- Serviços para cliente externo (fora da instituição)
- Outra(s):

#### 1.3 Utiliza

- Métodos normalizados
- Métodos desenvolvidos no laboratório e validados
- Métodos desenvolvidos no laboratório, não validados
- Outro(s):

### 2. Sistema de gestão da qualidade (SGQ) e Acreditação

O laboratório está acreditado desde:

#### 2.1 Qual foi a motivação para buscar a acreditação?

- Decisão institucional
- Solicitação de cliente externo
- Obtenção de recursos para manter as atividades de pesquisa
- Exigência de agência regulamentadora. Qual?
- Aporte de recursos do governo. Indique programa/órgão:
- Outra(s). Qual(is)?

**2.2 Indique a(s) fonte(s) de recursos para a implantação do SGQ e acreditação:**

- Instituição / Universidade
- Laboratório
- Aporte de recursos do governo. Indique programa/órgão:
- Outra(s). Qual(is)?

**2.3 Qual é o regime de trabalho do pessoal vinculado ao SGQ?**

- Funcionário da instituição (professor, técnico, outro)
- Funcionário contratado por outros meios (fundação de apoio, etc)
- Aluno (graduação, pós-graduação)
- Outro(s). Qual(is)?

**2.4 Utiliza recursos gerados pelo laboratório para remunerar pessoal interno?**

- Sim, sistematicamente
- Sim, às vezes
- Não

**2.5 Em que nível ocorre a gestão do SGQ?**

- Na instituição
- No departamento / unidade / centro
- No laboratório
- Outro(s). Qual(is)?

**2.6 O laboratório executa outros ensaios além dos acreditados?**

- Não
- Sim. Nenhum destes outros ensaios está incluído no SGQ
- Sim. Alguns destes ensaios estão incluídos no SGQ
- Outro(s):

**2.7 Qual é a entidade legal responsável pela cobrança dos serviços prestados?**

- A própria instituição
- Uma fundação de apoio à instituição
- Outra(s). Qual(is)?

**3. Diversos****3.1 Indique as principais dificuldades encontradas na implantação e na manutenção do SGQ:**

- Falta de recursos financeiros
- Falta de pessoal

- Falta de apoio da instituição
- Outra(s). Qual(is)?

***Como superou ou está superando estas dificuldades:***

***3.2 Indique os principais facilitadores que viabilizaram a acreditação:***

- Apoio da instituição
- Recursos financeiros próprios
- Motivação do pessoal
- Estrutura pré-existente no laboratório (equipamentos, pessoal qualificado, etc)
- Programa governamental
- Outro(s). Qual(is)?

***3.3 Indique os principais benefícios obtidos com a acreditação:***

- Aumento da confiabilidade dos resultados
- Qualificação do pessoal
- Geração de receita
- Menos danos em equipamentos
- Outro(s). Qual(is)?

***3.4 Obteve ajuda externa ao laboratório durante o processo?***

- Não
- Sim

***Se obteve ajuda externa, quem forneceu?***

- Consultor
- Instrutor
- Outro(s). Quem?

***Se obteve ajuda externa, em que área?***

- Elaboração de documentos
- Treinamento de pessoal
- Elaboração de planilhas de incerteza
- Outra(s). Qual(is)?

***3.5 Os periódicos onde publica artigos exigem que o laboratório tenha rastreabilidade ou garanta a qualidade dos seus resultados?***

- Não
- Sim. Indique o(s) periódico(s):
- Não publico

Muito obrigada pela sua participação! Com certeza irá ajudar muito a minha pesquisa.

## APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS LABORATÓRIOS DE LÍNGUA ESPANHOLA

**Responsable de fornecer las informaciones:**

### **1. Caracterización do laboratorio**

#### **1.1 Identificación**

Institución / Universidad:

Facultad / Unidad / Centro:

Departamento:

Laboratorio:

#### **1.2 Actividades en el laboratorio**

- Ensayo
- Calibración
- Enseñanza
- Investigación
- Extensión
- Servicios para el cliente interno (al laboratorio, a la institución)
- Servicios para el cliente externo (fuera de la institución)
- Otra(s):

#### **1.3 Utiliza**

- Métodos normalizados
- Métodos desarrollados en el laboratorio e validados
- Métodos desarrollados en el laboratorio, no validados

### **2. Sistema de gestión de la calidad (SGC) y Acreditación**

El laboratorio está acreditado desde:

#### **2.1 ¿Cuál fue la motivación para buscar la acreditación?**

- Decisión institucional
- Solicitación de cliente externo
- Busca de recursos para mantener las actividades de investigación
- Agencia reguladora. ¿Cuál?
- Aporte de recursos do gobierno. Indicar el programa/órgano:
- Otro(s). ¿Cuál(es)?



**2.2 Indique la(s) fuente(s) de recursos para a implantación do SGC e acreditación:**

- Institución / Universidad
- Laboratorio
- Aporte de recursos do goberno. Indique programa/órgano:
- Otro(s). ¿Cuál(es)?

**2.3 Indique o réxime de traballo do personal vinculado al SGC:**

- Empleado da institución (profesor, técnico, otro)
- Empleado contratado por outros medios (fundaciones de apoio, etc.)
- Aluno (graduación, pos-graduación)
- Otro(s). ¿Cuál(es)?

**2.4 ¿Utiliza recursos generados pelo laboratorio para remunerar personal interno?**

- Sí, sistemáticamente
- Sí, a veces
- No

**2.5 ¿En qué nivel ocurre a gestión do SGC?**

- En la institución
- En el departamento / unidad / centro
- En el laboratorio
- Otro(s). ¿Cuál(es)?

**2.6 ¿El laboratorio realiza otros ensayos o calibración, además de los acreditados?**

- No
- Sí. Ninguno de estos otros está incluido en el SGC
- Sí. Algunos de estos otros están incluidos en el SGC
- Otro(s):

**2.7 ¿Cuál es la entidad jurídica responsable de la cobranza dos servicios prestados?**

- La propia institución
- Una Fundación de apoio a la institución
- Otra:

**3. Diversos**

**3.1 Indique as principales dificultades encontradas en la implantación y en lo mantenimiento do SGC:**

- Falta de recurso financiero

- Falta de personal
- Falta de apoyo da institución
- Otro(s). ¿Cuál(es)?

**Indique como supero / está superando estas dificultades:**

**3.2 Indique os principales facilitadores que viabilizaran la acreditación:**

- Apoyo institucional
- Recursos financieros propios
- Motivación do personal
- Estructura preexistente en el laboratorio (equipos, personal cualificado, etc.)
- Programa gubernamental
- Otro(s). ¿Cuál(es)?

**3.3 Indique os principales beneficios obtenidos con la acreditación:**

- Aumento de la confiabilidad dos resultados
- Calificación del personal
- Generación de dinero
- Menos daños en equipamientos
- Otro(s). ¿Cuál(es)?

**3.4 ¿Recibió ayuda externa al laboratorio durante o proceso?**

- No
- Sí

**¿Si recibió la ayuda externa, quién proporcionó?**

- Consultor
- Instructor
- Otro(s). ¿Quién?

**¿Si recibió la ayuda externa, en qué asunto?**

- Elaboración de documentos
- Entrenamiento del personal
- Estimación de la incertidumbre de la medición
- Otro(s). ¿Cuál(es)?

**3.5 ¿Los periódicos donde publican artículos exigen que o laboratorio tenga rastreabilidad o garanta a calidad dos sus resultados?**

- No
- Sí. Indique lo(s) periódico(s):
- No publico

**¡Gracias por su participación! Sin duda, será de gran ayuda para mi investigación.**

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS LABORATÓRIOS DE LÍNGUA INGLESA

**Respondent:**

### **1. Laboratory Characterization**

#### ***1.1 Identification***

Institution / University:

Faculty / Unit / Center:

Department:

Laboratory:

#### ***1.2 Activities performed in the laboratory:***

- Tests
- Calibration
- Teaching
- Research
- Extension
- Internal customer service (inside the laboratory or institution)
- External customer service (outside institution)
- Other(s):

#### ***1.3 The laboratory uses:***

- Standard methods
- Methods developed in the laboratory and validated
- Methods developed in the laboratory, not validated
- Other(s):

### **2. Quality Management System (QMS) and Accreditation**

The laboratory is accredited since:

#### ***2.1 What motivated the pursuit of accreditation?***

- Institutional decision
- External customer request
- Obtaining funding to maintain research activities
- Demands by Regulatory agency. Which one?
- Government grants / funding. Indicate program / agency:
- Other(s). Which one(s)?

**2.2 Indicate source(s) of resources (funding, personnel) for the implementation of QMS and accreditation:**

- Institution / University
- Laboratory
- Government resources. Indicate program / agency:
- Other(s). Which one(s)?

**2.3 Indicate work arrangements of staff engaged in QMS:**

- Institution employee (teacher, technician, other)
- Employee hired by institution foundations
- Student (undergraduate, graduate)
- Other(s). Which one(s)?

**2.4 Are funds generated by the laboratory used to pay staff?**

- Yes, systematically
- Yes, sometimes
- No

**2.5 Which entity is responsible for the QMS management?**

- Institution
- Faculty / Unit / Center / Department
- Laboratory
- Other. Which one?

**2.6 Does the laboratory perform non-accredited tests / calibration?**

- No
- Yes. None of these is included in the QMS
- Yes. Some of these are included in the QMS
- Other. Which one?

**2.7 Which entity is responsible for charging for services (tests / calibration) provided by the laboratory?**

- Institution
- Institution foundation
- Other. Which one?

**3. Miscellaneous**

**3.1 Indicate main difficulties found during implementation / maintenance of the QMS:**

- Lack of financial resources
- Lack of staff
- Lack of institutional support
- Other(s). Which one(s)?

**Indicate how these difficulties were / are overcome:**

**3.2 What were the main facilitators to implementation / maintenance of the QMS?**

- Institutional support
- Own financial resources
- Motivated staff
- Preexisting laboratory structure (equipment, qualified personnel)
- Government resources
- Other(s). Which one(s)?

**3.3 Indicate the main benefits obtained with the accreditation:**

- Increased reliability of results
- Qualification of personnel
- Increased revenue
- Less damage to equipment
- Other(s). Which one(s)?

**3.4 Did the laboratory obtain external assistance during the process?**

- No
- Yes

**3.4.1 If Yes, who provided that assistance?**

- Consultant
- Instructor
- Other(s). Who?

**3.4.2 If Yes, in what matter?**

- Preparation of documents
- Staff training
- Estimation of measurement uncertainties
- Other(s). In what?

**3.5 Have any journal required that the laboratory show traceability or ensure the quality of their results?**

- No
- Yes. Indicate journal:
- I don't publish

**Thank you very much for answering! This will greatly contribute to my research.**